

**VŠB - Technická univerzita Ostrava**

**Fakulta strojní**

**Katedra mechanické technologie**

## **Bilance a dlouhodobé plánování výrobních kapacit**

### **Review and Long-term Planning Capacities**

Student: Bc. Jaroslav Pavlíček

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Josef Novák, Csc.

Ostrava 2011

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra mechanické technologie

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Jaroslav Pavlíček**  
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství  
Studijní obor: 2303T002 Strojírenská technologie  
Téma: **Bilance a dlouhodobé plánování výrobních kapacit**  
**Review and Long-term Planning Capacities**

Zásady pro vypracování:

1. Analýza současného stavu
2. Posouzení současného stavu
3. Specifikace problémů
4. Metodický přístup plánování kapacit
5. Celkové zhodnocení

Seznam doporučené odborné literatury:

*Organizace a řízení* [online]. Ostrava: FS, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2008–. [cit.2008-12-14]. URL: <http://www.fs.vsb.cz/euprojekty/414/organizace-a-řízení.pdf>  
NOVÁK, Josef. *Datová základna pro údržbu, montáže a další pomocné a obslužné práce: soubor základních technologických postupů*. Ostrava 2004, 266 s.  
*Ekonomika a řízení provozů* [online]. Ostrava: FS, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2008–. [cit.2008-12-14]. URL: <http://www.fs.vsb.cz/euprojekty/414/ekonomika-a-řízení-provozu.pdf>  
TOMEK, Gustav.VÁVROVÁ, Věra. *Řízení výroby*. Grada Publishing, 1999. 439 s. ISBN 80-7169-578-5  
KOŠTURIÁK, Ján. a kol. *Projektovanie výrobných systémov pre 21. storočie*. Žilina: EDIS 2000, 397 s. ISBN 80-7100-553-3

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Josef Novák, CSc.**

Datum zadání: 17.12.2010

Datum odevzdání: 23.05.2011

  
prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.  
vedoucí katedry



  
prof. Ing. Radim Farana, CSc.  
děkan fakulty

## **Prohlášení studenta**

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě: 23. 5. 2011



Bc. Jaroslav Pavlíček

## Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- беру на ве́доміі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB – TUO) má právo nevýdělečné ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB – TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB – TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB – TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́доміі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 23. 5. 2011



Bc. Jaroslav Pavlíček

Jméno a příjmení autora práce: Bc. Jaroslav Pavlíček

Adresa trvalého pobytu autora práce: Vážany 159, 687 37, ČR

## **Anotace diplomové práce**

PAVLÍČEK, J. *Bilance a dlouhodobé plánování výrobních kapacit : diplomová práce.*

Ostrava : VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2011, 67 s. Vedoucí práce: Novák, J.

Diplomová práce se zabývá plánováním výrobních kapacit pro energetický průmysl, především obráběcích strojů, ve Vítkovici Heavy Machinery. V teoretické části je popsán způsob plánování výroby ve strojírenských podnicích. V praktické části je proveden rozbor vyráběného sortimentu v letech 2008-2010, předpokládaný vývoj ve výrobě a kapacitní vytížení obráběcích strojů. Dále je vytvořena základna strojů, na nichž jsou namodelovány data reálných zakázek z roku 2010 a potenciálních zakázek v klíčových oborech energetiky (v softwaru Microsoft office Excel). Lze tak predikovat vytížení jednotlivých strojů s ohledem na předpokládaný vývoj poptávky na trhu v odvětví energetiky.

## **Annotation of thesis**

PAVLÍČEK, J. *Review and Long-term Planning Capacities : Master thesis.*

Ostrava : Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2011, 67 p. Thesis head: Novák, J.

The master thesis of dealing planning capacities for power industry above all machine tools in Vítkovice Heavy Machinery. It defines method of planning manufacturing in engineering company in theoretic part. It does analysis of product assortment in 2008-2010 years supposed development in manufacturing and capacity load machine tools in practise part. The next is maked baseline machines at it is simulate real information of order in 2010 years and potential order in partial of energy industries (in software of Microsoft office Excel). It's makes it possible predict capacity load of machine in considering supposed development on market of energy industries.

# Obsah

<b>SEZNAM POUŽITÉHO ZNAČENÍ .....</b>	<b>8</b>
<b>ÚVOD .....</b>	<b>10</b>
<b>1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU.....</b>	<b>11</b>
1.1 Vítkovice Heavy Machinery a.s.....	11
1.2 Teorie plánování výroby .....	12
1.2.1 Zásady plánování výroby.....	14
1.3 Druhy plánů výroby .....	15
1.3.1 Hrubý (kapacitní) plán .....	15
1.3.2 Jemný (operativní) plán .....	16
1.4 Informační technologie .....	17
1.5 Softwarové produkty pro podporu plánování a řízení výroby .....	17
1.5.1 APS systémy .....	18
1.5.2 MRP systémy .....	18
1.6 Odpracované hodiny na NS 370, NS 371 .....	19
<b>2 POSOUZENÍ SOUČASNÉHO STAVU .....</b>	<b>22</b>
2.1 Použité informační technologie-stávající a cílový stav .....	22
2.1.1 IS-plánování a rozvrhování výroby .....	22
2.1.2 Implementace ERP ve VHM-stav plánování .....	23
2.1.3 Plánování pomocí MRP .....	23
2.2 Metody plánování výroby .....	24
2.2.1 Plánování materiálových požadavků .....	24
2.2.2 Plánování výrobních kapacit.....	25
2.2.3 Plánování průtoku .....	25
2.2.4 Vizualizace a simulace v plánování výroby .....	26
2.3 Metody řízení dílenských procesů.....	27
2.4 Výrobní toky a procesy ve VHM .....	28
2.5 Výrobní obory ve VHM .....	32
2.6 Přehled oborů a odvedených hodin v NS 370 v letech 2008-2010 .....	33
2.7 Kumulace oborů s malým počtem odvedených hodin .....	35
2.8 Detail oboru 163b-opracované výkovky .....	37
<b>3 SPECIFIKACE PROBLÉMŮ .....</b>	<b>40</b>
3.1 Problematika kapacitní bilance ve VHM .....	40
3.2 Tok dokumentace-předvýrobní etapy.....	41
3.3 Plánování ve VHM.....	42
3.4 Uvažované zakázky pro energetický průmysl.....	43
3.4.1 Simulované zakázky pro energetický průmysl .....	45
3.5 Seznam strojů pro zpracování uvažované zakázky .....	46
3.6 Seznam strojů pro zpracování simulované zakázky .....	48

<b>4 METODICKÝ PŘÍSTUP PLÁNOVÁNÍ KAPACIT</b> .....	50
4.1 Rozbor plánovaného fondu pracovní doby .....	51
4.2 Metodika řízení výroby ve strojírenském podniku .....	53
4.2.1 Operativní řízení výroby .....	53
4.3 Metodika plánování výroby ve strojírenském podniku .....	54
4.3.1 Mechanismus tvorby plánu-heuristická metoda .....	55
4.3.2 Plánovací a aktualizací období .....	56
4.3.3 Plánovací činnost-klouzavé plánování .....	56
4.4 Kapacitní model vytížení strojů .....	58
4.5 Kapacitní model vytížení strojů-procentuální vyjádření .....	60
4.6 Vyhodnocení .....	61
<b>5 CELKOVÉ ZHODNOCENÍ</b> .....	63
5.1 Návrh řešení .....	64
<b>6 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....	65
<b>7 PŘÍLOHY</b> .....	67

## Seznam použitého značení

a.s.	akciová společnost
APS	Advanced Planning and Scheduling
BOA	Belastungorientierte Auftragsfreigabe
CNC	Computer Numeric Control
CONWIP	Constant Work in Process
DCM	Demand Chain
DN	světlost trubky
DPFD	disponibilní fond pracovní doby
DPK	disponibilní pracovní kapacita
DPK <sub>s</sub>	disponibilní pracovní kapacita-strojní
ERP	Enterprise Resource Planning
F	horizontální frézka
FPD	použitelný fond pracovní doby
hod.	hodina
IS	informační systém
IT	informační technologie
JE	jaderná energetika
K	karusel
kg	kilogram
ks	kusy
kt	kilotuna
m	metr
max.	maximálně
mm	milimetr
MAG	Metal Active Gas
MRP	Material Requirements Planning
MRP II	Material Resource Planning
MPS	Master Production Schedule
NS 370	Těžká mechanika
NS 371	Montáž
N+Ú	Nemocenská+Úrazovost
OH	odpracované (odvedené) hodiny



---

OPT .....	Optimized Production Technology
ost.....	ostatní
ROS.....	Ruční Obloukové svařování
S .....	soustruh
SCM .....	Supply Chain Management
SVr.....	stroj vrtací
SZ.....	simulovaná zakázka
TDK .....	technická disponibilní kapacita
TgPV .....	technologická příprava výroby
TIG .....	Tungsten inert gas
TOC .....	Theory of Constraints
TPV .....	technická příprava výroby
$t_{SM}$ .....	počet hodin za směnu
ÚNS .....	úsek nákladového střediska
UZ .....	uvažovaná zakázka
VE .....	větrná elektrárna
VHM .....	Vítkovice Heavy machinery
Z .....	zámečníci

## Úvod

Cílem diplomové práce je vytvoření simulačního modelu kapacitního vytížení strojního pracoviště ve Vítkovice Heavy Machinery a.s. (VHM) se zaměřením na Těžkou Mechaniku (NS 370). Simulace je aplikovaná na sortiment určený pro energetický průmysl, zvláště pro jadernou energetiku. Základ simulace tvoří vybraný vzorek obráběcích strojů, které vycházejí z rozboru odpracovaných hodin za rok 2010.

Z analýzy vyráběného sortimentu v Těžké mechanice v letech 2008-2010, lze předpokládat budoucí vývoj a směr výroby v těžkém strojírenství. Tato analýza úzce souvisí s výběrem obráběcích strojů pro kapacitní model zatížení, jenž je proveden na uvažovaný počet zakázek a simulovaný počet zakázek.

Jsou implementována data i informace z vypracovaných technologických postupů pro vybrané zakázky. Celý model kapacitního zatížení je vypracován v Microsoft Excel, což umožňuje provést změny v zadání, ať už v počtu vyráběných kusů, změnu strojů, či odpracovaných hodin. Lze tak v krátkém čase sledovat změnu kapacitního vytížení strojů, během měnících se požadavků na výrobu.

Údaje vyplývající z pozorování, budou sloužit úseku plánování pro rychlejší reagování na danou situaci ve výrobě, poskytnou celkový přehled o kapacitním vytížení jednotlivých strojů, usnadní rozhodování o přijetí nových zakázek. Sekundárním přínosem je zvažování o investicích do nákupu nových strojů, rekonstrukci stávajících strojů, kooperaci s jinými podniky, atd.

# 1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

## 1.1 Vítkovice Heavy machinery, a.s.

VÍTKOVICE HEAVY MACHINERY a.s. je strojírenská společnost, která se zaměřuje na dodávky v oblasti těžkých ocelových odlitků, opracovaných výkovků, zalomených hřídelí, dílů lodí, zařízení oceláren a válcoven, tvářecích zařízení a dílů pro energetický průmysl.

VHM lze zařadit do typu výroby - **konstrukce na zakázku**. Typické pro tento typ výroby je vývoj produktů podle přání zákazníků, vlastní vývojové oddělení, výroba i služby. Charakteristické znaky výroby:

- Čas pro uskutečnění zakázky není předem daný,
- Je nutné reagovat na měnící se specifikace produktu v průběhu přípravy zakázky,
- Plánování materiálu a kapacit,
- Využití rozhodovacích procedur make/buy,
- Materiál se nakupuje podle specifikací a požadavků zákazníků,
- Proměnlivé peněžní prostředky (plánování cash-flow). [1]

Výroba ve VHM:

- Kontinuální (spojitá) - technologické a manipulační procesy jsou bezprostředně spojeny → Ocelárna, Obručárna.
- Diskrétní (nespojité) - střídání technologických a manipulačních procesů → Těžká mechanika, Montáž.
- Kombinace kontinuální a diskrétní výroby → Slévárna, Kovárna. [2]

## 1.2 Teorie plánování výroby

Hlavním cílem plánování výroby je uspokojování požadavků trhu při minimalizaci přímých i nepřímých nákladů. Při plánování výroby se snažíme vhodně zorganizovat výrobní proces a zadávat jednotlivé výrobní zakázky do výroby. Efektivní řízení zdrojů i produktů lze chápat jako základní funkci plánování ve výrobě. Plánujeme dodávky materiálů, kapacity strojů, kapacity pracovišť, kapacity jednotlivých pracovníků, kapacity přípravků a měřidel, v přímé vazbě na jednotlivé výrobní zakázky, s ohledem na splnění požadovaných termínů. Všechny tyto aspekty sledujeme v několika plánovacích úrovních – v rámci operativního plánu, střednědobého plánu a plánu výhledového. Parametr času plánů se liší dle průběžné doby výroby. [3]

Základní druhy plánování:

- a) Strategické plánování - nepřetržitý cyklus analyzování podniku z komplexního hlediska, kdy se rozhoduje o investicích, plánování výrobních kapacit, atd.
- b) Taktické plánování - zabývá se tvorbou výrobních plánů na základě poptávky, alokaci zdrojů, pracovních sil a materiálů, atd. Jsou formulovány v podobě časových programů nebo konkrétních projektů.
- c) Operativní plánování - soubor činností spojených s výběrem řídicích rozhodnutí, které vycházejí ze známých, přesně vymezených úkolů. Činnosti operativního plánování - rozvrhování, řízení výroby, reakce na poruchy ve výrobě, atd. [4]

Faktory ovlivňující plánování a řízení výroby:

- Technologie,
- Opakovanost výroby,
- Složitost výrobků,
- Stupeň standardizace komponent,
- Délka průběžné doby,
- Předvídatelnost poptávky. [3]

Základní fáze procesu plánování:

- a) Stanovení cílů a návrh řešení - čeho bychom měli dosáhnout,
- b) Tvorba plánů - nejefektivnější cesta k dosažení cíle,
- c) Monitorování plánů a rozpočtů - skutečná ekonomická bilance,
- d) Sumarizace - s jakým výsledkem jsme skončili celý proces plánování. [4]

Principy plánování výroby:

- Proveditelnost a optimálnost,
- Přesné a aktuální informace,
- Propojenost zakázkové a zdrojové roviny plánování - stanovení termínů musí být ověřeno kapacitní bilancí,
- Postupné vyladování (iterativní postup).

Omezení při plánování výroby:

- Vliv použité technologie a dané bezpečnosti při výrobě,
- Výrobní a lidské kapacity, plány údržby a oprav,
- Dosažitelné termíny přísunu materiálu,
- Další aspekty, podle charakteru výrobků a technologie. [3]

Při plánování výroby je důležité využívat zpětné vazby tak, abychom nepřerušili kontinuitu procesu, a aby výsledky neztratili svoji vypovídací schopnost. Úspěch celého procesu plánování se odvíjí od vložených primárních informací, jejich množství, správnosti a aktuálnosti. [5]

### ***1.2.1 Zásady plánování výroby***

Proces plánování se liší v závislosti na velikosti a struktuře podniku, vyspělosti podniku, oboru podnikání a ekonomickém prostředí. Než se dospěje k vlastnímu procesu plánování, musí být určeno, co má být plánováno, jaké výstupy se vyžadují a kde má být těžiště plánu. Je nutné definovat rozsah plánování s ohledem na časovou a obsahovou stránku, hloubku a šířku plánování.

- a) Zásada postupného zpřesňování plánu - čím se časové období zpracované plánem blíží k současnosti, tím je plán zpracován podrobněji, jemněji a s větší přesností.
- b) Zásada úplnosti plánu - věcný obsah budoucí výroby, zajištěnost technické přípravy výroby, zajištěnost výroby výrobními činiteli a časová struktura výroby.
- c) Soulad formy plánu s formou řídicích aktů - plán je zpracován s respektováním dělby práce mezi jednotlivými pracovišti výrobního podniku. Obsahuje jednoznačné formulace úkolů a odpovědnost za jejich splnění.
- d) Zásada reálnosti plánu - plán musí být zpracováván s reálně možným popisem budoucích skutečností. Reálnost zpracovaného plánu by měla být zkontrolována dříve, než plán vstoupí v platnost jako nástroj řízení.
- e) Soulad plánu se skutečností na počátku plánovacího období - době, kdy vstupuje v platnost aktualizace stávajícího plánu, je nutné korigovat stavy výrobních činitelů, se kterými počítá plán na období nejbližší současnosti tak, aby odpovídaly skutečnosti.

[5]

### 1.3 Druhy plánů výroby

- a) Podle časového horizontu - plán roční, čtvrtletní, měsíční, týdenní, denní, směnový, resp. hodinový.
- b) Podle podrobnosti - hrubý plán, jemný plán.
- c) Podle plánovacího stupně - plán odváděné výroby (hlavní výrobní plán), plán zadávané výroby, diskrétní a kontinuální výroby.

Hlavní výrobní plán je propojen s finančním plánem, plánem odbytu a nákupu, plánem zabezpečení pracovních sil, plánem údržby a oprav, plánem přísunu energie. [3]

#### 1.3.1 Hrubý (kapacitní) plán

Slouží k zaplánování jednotlivých zakázek s počátečními a koncovými termíny. Z počátečních termínů lze odvodit přibližné materiálové požadavky a z průniků jednotlivých zakázek orientační kapacitní zatížení. Hrubý plán slouží jako základní pohled na situaci ve výrobě na delší dobu dopředu. Lze ho poměrně snadno měnit, doplňovat a porovnávat různé alternativy a možnosti.

K sestavování hrubého plánu často dochází v případě, kdy ještě není k dispozici kompletní konstrukční a technologická dokumentace. Za těchto podmínek můžeme vhodně využít podobnosti výrobků. Žádný produkt není konstrukčně, ani technologicky zcela nový. Proto podle dříve realizovaných výrobků, můžeme s velkou pravděpodobností odhadnout kapacitní zatížení i materiálové požadavky. [3]

Podklady pro hrubý kapacitní plán:

- 1) Kusovník - strukturovaný soupis všech položek (polotovary, základní materiál).  
Opracovaný výkovek → Hrubý výkovek → Ingot → Vstupní suroviny.
- 2) Kapacitní kusovník - soupis všech kapacitních zdrojů potřebných k vyrobení požadovaného výrobku, které jsou rozloženy v čase. Kapacitní kusovník lze vytvořit ručním zápisem nebo výpočtem z pracovního a kontrolního postupu. [2]

### ***1.3.2 Jemný (operativní) plán***

Nejdetailnější úroveň plánů, která se zaměřuje na bezproblémové fungování každodenních procesů v podniku, popisuje operace na jednotlivých pracovištích. Operativní plánování výroby je soustavná činnost prováděná ve výrobním podniku, s cílem připravovat kvalitativní a kvantitativní obsah budoucích rozhodnutí o činitelích výroby. Výsledkem plánovací činnosti je plán výroby, který je nástrojem řízení výroby. Účel plánovací činnosti ve výrobním podniku spočívá v potřebě promyslet zabezpečení budoucí výroby z hlediska věcného obsahu objednávek, přípravy výroby, která povede ke splnění objednávek zákazníků, zajištění výroby výrobními činiteli a také z hlediska časové struktury výroby. [3]

Vlastnosti operativního plánu:

- Časový horizont - krátkodobý (denní, týdenní, měsíční),
- Důraz kladen na plánování denních podnikových operací,
- Nízká nejistota,
- Velmi detailní rozpracovanost, specifický obsah,
- Vysoce strukturované plánovací metody,
- Snadno vyhodnotitelné a opravitelné.

Reálný operativní plán musí být zajištěn materiálem, kapacitami, nástroji a přípravky, výkresovou dokumentací.

Při tvorbě operativního plánování výroby je nutné definovat řadu kritérií, vymezujících charakter použitých metod plánování výroby a stanovit podmínky, ve kterých bude tato soustava pracovat. Na úrovni operativního plánování je důležitý aktuální zápis přesných dat do informačního systému. Čím nižší úroveň plánování a řízení, tím sofistikovanější softwarové nástroje se při něm využívají. [5]

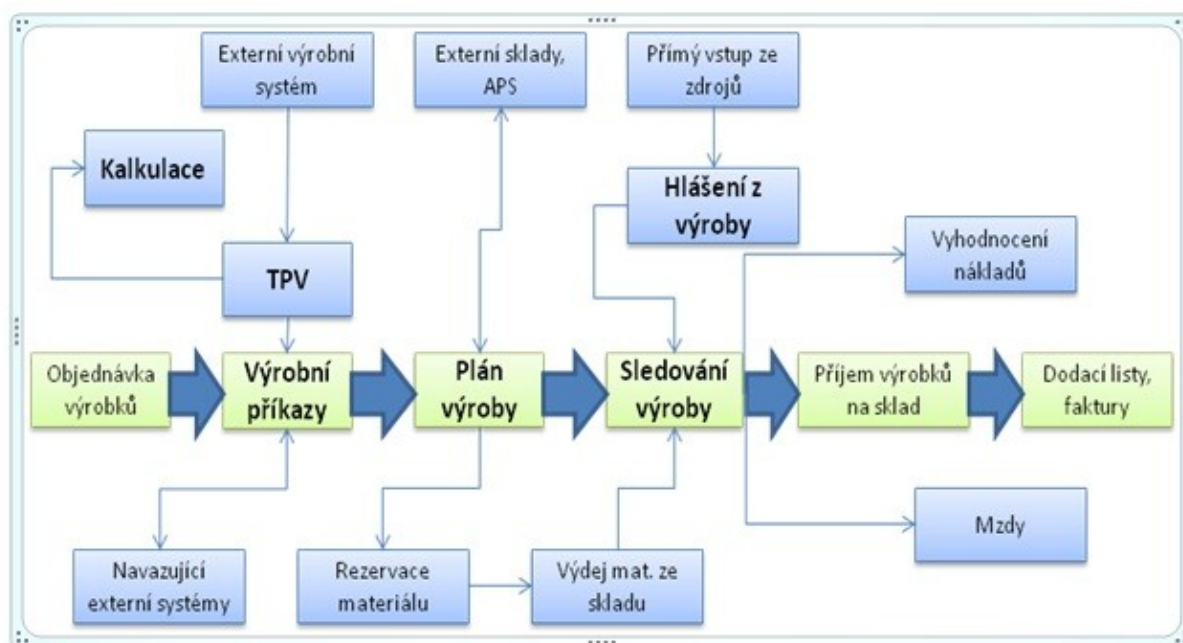


## 1.4 Informační technologie (IT)

Informační technologie chápeme jako množinu prostředků a metod sloužících k práci s daty a informacemi. Zahrnuje techniky a technologie pořizování a zpracování dat, prostředky jejich přenosu, ukládání, využívání a následné vyhodnocování. Důvodem pro nasazení IT je přímé začlenění této technologie do tvorby hodnoty podniku, postavení podniku na trhu. V praxi převažují hodnocení IT založená na snížení nákladů, zlepšení organizace práce, zvýšení pružnosti podniku na trhu. [6]

## 1.5 Softwarové produkty pro podporu plánování a řízení výroby

Systémy pro řízení a plánování výroby procházejí v současné době zrychleným vývojem, který je vyvolán zvýšenou poptávkou průmyslových podniků, jež jsou nuceny zefektivňovat svoji produkci a udržovat si tak konkurenceschopnost i v hospodářsky méně příznivé době. Základním produktem je Enterprise Resource Planning (ERP), který dokáže uspokojit velkou většinu uživatelských požadavků. ERP integruje a automatizuje velké množství procesů souvisejících s produkčními činnostmi podniku. ERP systémy se pokoušejí pokrýt základní funkce organizace, nehmledě na typ organizace nebo její činnosti. Současný trendem je však simulace plánování výroby, kdy si výrobce může v krátké době vytvořit reálnou představu o realizaci daného projektu. Lze tak zvážít a rozhodnout, zda vůbec zakázku přijmeme a zda je podnik termínově a kapacitně schopen realizovat zakázku.



Obr. 1 Funkce a vlastnosti ERP v řízení a plánování výroby. [7]

### ***1.5.1 APS systémy***

Systémy Advanced Planning and Scheduling (APS) fungují jako samostatné aplikace, nebo jako součásti ERP systémů. APS charakterizuje současně synchronizované plánování všech zdrojů s respektováním všech známých omezení. APS hledá globální optimum všech požadavků.

Nastavení APS může zohledňovat optimalizaci podle kritérií:

- Minimalizace dodacích dob, minimalizace nákladů,
- Minimalizace pracnosti (kapacit),
- Maximalizace absolutního příspěvku na úhradu fixních nákladů. [8]

### ***1.5.2 MRP systémy***

Klasické MRP systémy využívají jednoduchých modelů výroby, kde vztah mezi vstupem do výroby a výstupem určitého výrobku je dán konstantním průběžným časem výroby. Pro optimalizaci se používají metody lineárního programování.

#### **1) Material Requirements Planning (MRP)**

Smyslem MRP je naplánovat přísun materiálu, zadávání a odvádění výroby tak, aby byl dodržen hlavní výrobní plán. Systém se řídí zákaznickými požadavky a pracuje na principu vyrovnávání bilance požadavků a jejich uspokojení. Při neplánovaných odběrech ze skladu se řídí termínovou prioritou → použije se vždy ten kus, který je potřeba.

#### **2) Material Resource Planning (MRP II)**

Koncept MRP II rozšiřuje MRP o problematiku plánování kapacit. MRP II je iterační proces, ve kterém se sledují materiálové a kapacitní požadavky s počátečním nebo koncovým termínem výroby. Systém buď od počátečního termínu dopředu, nebo od koncového termínu dozadu rozplánuje výrobu podle zadaných požadavků. Může dojít k tomu, že výsledný plán je neuskutečnitelný. V takovém případě je třeba plán změnit (posunout termín, zvýšit kapacity atd.) a provést další iteraci. Problémem je, že nelze neustále měnit plány při každé změně vstupních požadavků → iteraci je nutné v určitém okamžiku zastavit a další změny řešit operativně. Hrubý plán je stanoven na základě MRP II. Jemný plán se realizuje ručně nebo pomocí plánovacích tabulí. [8]

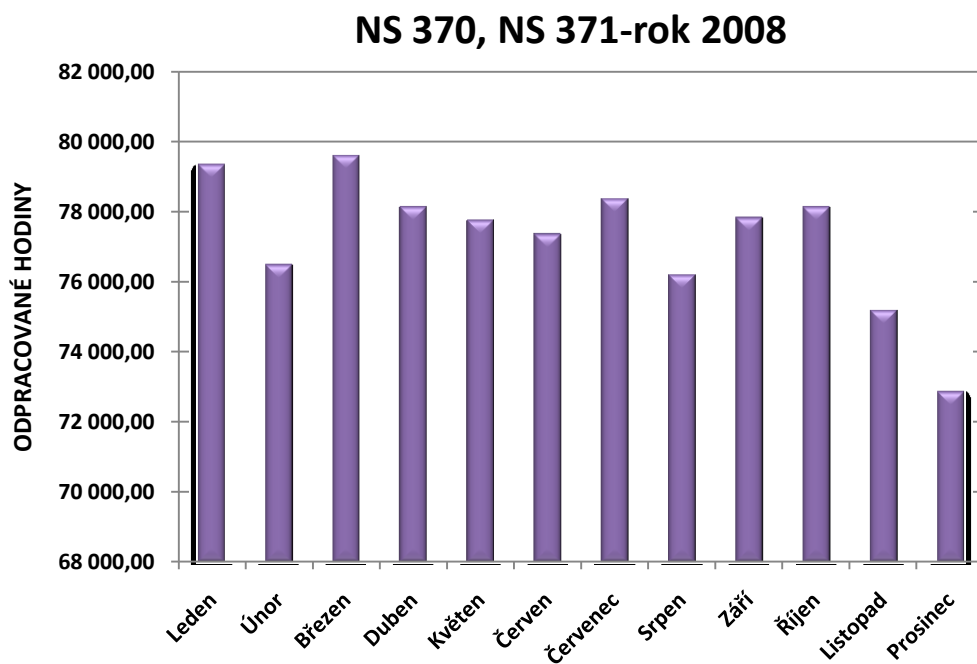
## 1.6 ODPRACOVANÉ HODINY NA NS 370, NS 371

NS 370, NS 371 - rok 2008	
Období	OH [hod.]
I. čtvrtletí	235 384,64
II. čtvrtletí	233 195,07
III. čtvrtletí	232 336,28
IV. čtvrtletí	226 148,20
<b>CELKEM</b>	<b>927 064,19</b>

Tab. 1 Odpracované hodiny na NS 370 a NS 371 za rok 2008.

NS 370, NS 371 - rok 2008					
Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen
79 329,73	76 471,34	79 583,57	78 117,62	77 733,89	77 343,83
Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
78 344,83	76 181,54	77 809,91	78 115,44	75 169,82	72 862,94

Tab. 2 Odpracované hodiny na NS 370 a NS 371 za rok 2008.



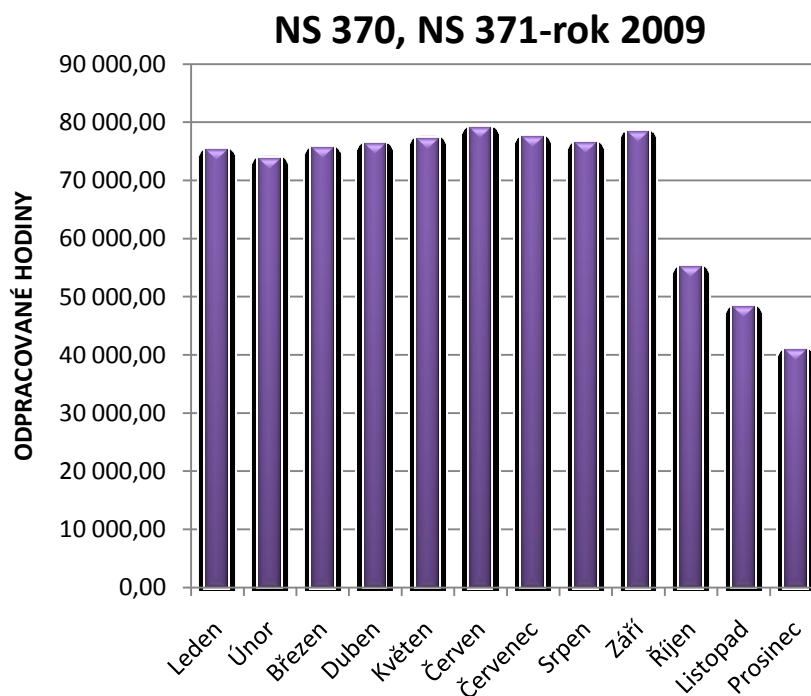
Obr. 2 Odpracované hodiny na NS 370 a NS 371 za rok 2008.

NS 370, NS 371 - rok 2009	
Období	OH [hod.]
I. čtvrtletí	224 367,88
II. čtvrtletí	232 262,46
III. čtvrtletí	232 106,86
IV. čtvrtletí	144 064,92
<b>CELKEM</b>	<b>832 802,12</b>

Tab. 3 Odpracované hodiny na NS 370 a NS 371 za rok 2009.

NS 370, NS 371 - rok 2009					
Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen
75 108,27	73 709,38	75 550,23	76 258,01	77 128,06	78 876,39
Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
77 377,25	76 422,11	78 307,50	55 063,63	48 189,14	40 812,15

Tab. 4 Odpracované hodiny na NS 370 a NS 371 za rok 2009.



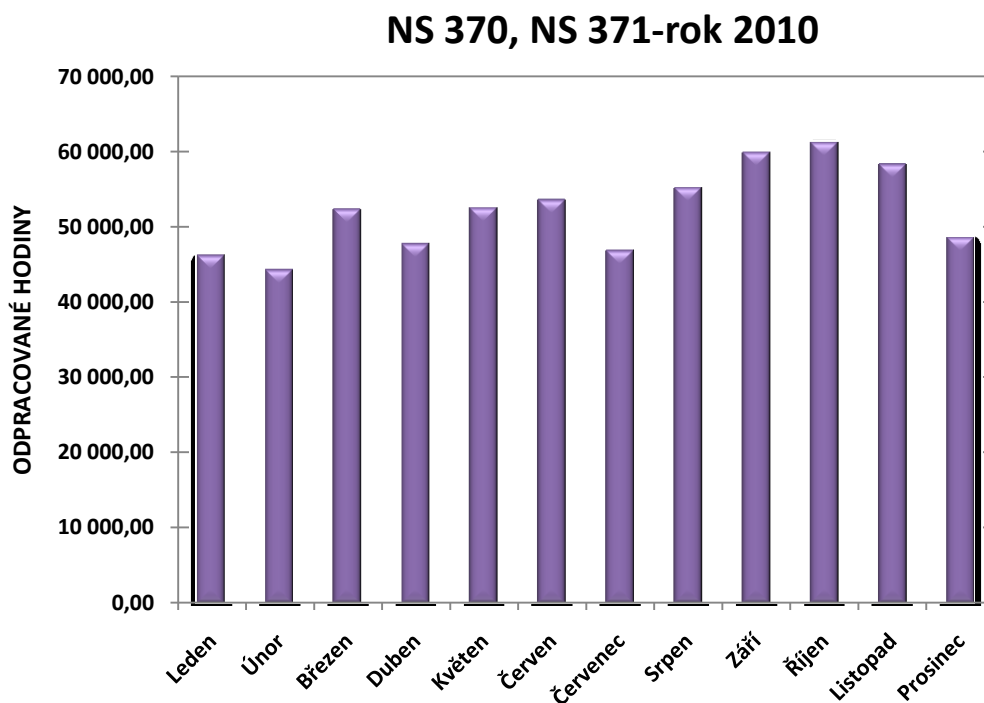
Obr. 3 Odpracované hodiny na NS 370 a NS 371 za rok 2009.

NS 370, NS 371 - rok 2010	
Období	OH [hod.]
I. čtvrtletí	142 689,27
II. čtvrtletí	153 699,01
III. čtvrtletí	161 786,47
IV. čtvrtletí	167 950,27
<b>CELKEM</b>	<b>626 125,02</b>

Tab. 5 Odpracované hodiny na NS 370 a NS 371 za rok 2010.

NS 370 – rok 2010					
Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen
46 168,48	44 225,76	52 295,03	47 699,97	52 472,09	53 526,95
Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
46 795,12	55 140,99	59 850,36	61 162,92	58 262,02	48 525,33

Tab. 6 Odpracované hodiny na NS 370 a NS 371 za rok 2010.



Obr. 4 Odpracované hodiny na NS 370 a NS 371 za rok 2010.

## 2 POSOUZENÍ SOUČASNÉHO STAVU

### 2.1 Použité informační technologie – stávající a cílový stav

Rozvoj plánování informačních systémů (IS):

- a) Postupné zavádění plánování dalších komodit v oblasti obrábění na Těžké mechanice.
- b) Podpora plánování v ostatních provozech - teplé části
  - Na úrovni IS (Oracle),
  - Na úrovni lokálních systémů se zajištěním vazeb z IS Oracle.
- c) Zvážení případné implementace modulu APS. [2]

#### 2.1.1 IS – *plánování a rozvrhování výroby*

- 1) Plánování výroby obecně
  - a) Plán dodávek materiálu - kusovníkový rozpad, porovnání skladových zásob, objednání materiálu,
  - b) Plán výrobních/montážních zakázek - kusovníkový rozpad, porovnání skladových zásob, zadání výrobního příkazu dle zpracované technologie (kapacitní a lhůtové plánování).
- 2) Plánování v ERP systémech
  - a) Komplexnost - zahrnují ve větší či menší míře plánovací a řídicí funkce,
  - b) Celistvost - snadná dosažitelnost používaných funkcí,
  - c) Bezproblémová výměna a sdílení dat,
  - d) Většinou vychází z principu MRP II - plánování do omezených kapacit. [2]

### ***2.1.2 Implementace ERP ve VHM - stav plánování***

- a) Implementován skladový, obchodní a ekonomický modul na úrovni všech nákladových středisek.
- b) Výrobní modul implementován pouze v čistě diskrétním provozu (Těžká mechanika).
- c) Uveden do provozu modul plánování pro několik klíčových komodit (zalomené hřídele, hřídele větrných elektráren,...) pouze v rozsahu technologie opracování.
- d) Ostatní provozy a komodity plánovány na úrovni Microsoft excel, popř. lokálních IS.
- e) Probíhá příprava „interface“ z hlavního ERP na informační systém v metalurgických provozech, sloužící pro přenos obchodních, kalkulačních a technologických dat.

Cílem je udržet napříč všemi směry jednoznačnou identifikaci výrobku a tím navázat na jedno sériové číslo, které poskytne veškeré dostupné informace o výrobě a technologii od ocelárny, až po samotné opracování.

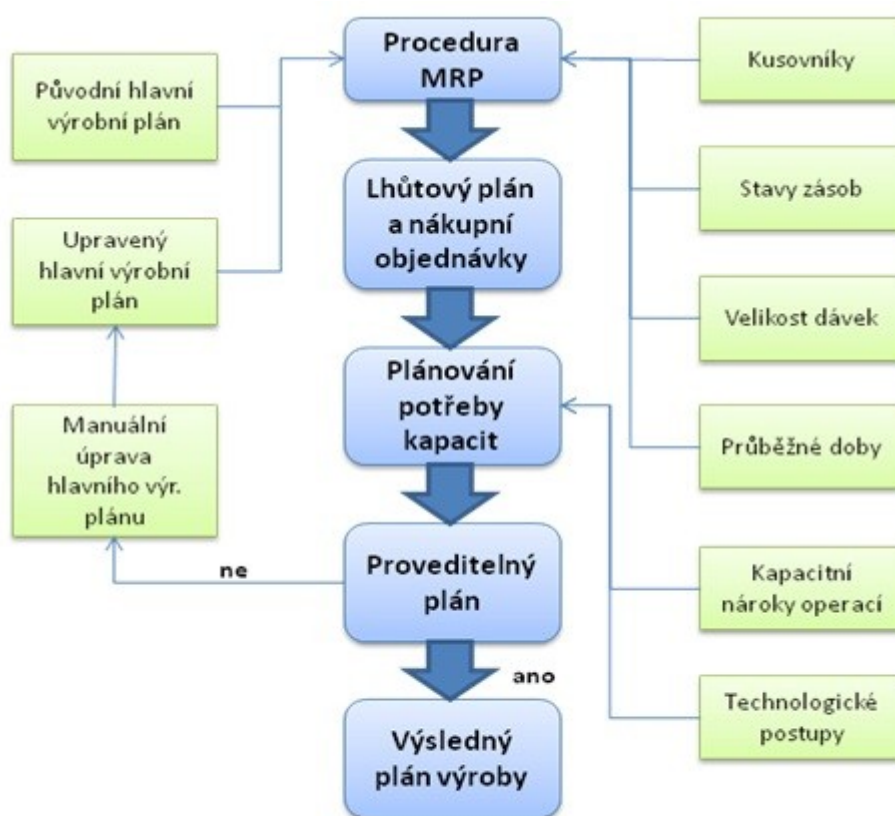
- f) V současné době se využívá systém MRP II, implementace APS systému je zatím ve stádiu úvah. [2]

### ***2.1.3 Plánování pomocí MRP***

MRP obsahuje ucelenost postupu od hlavního výrobního plánu přes rozpad kusovníku, až po tvorbu plánů přísunu nakupovaných položek na pracoviště a plánů výroby. Zohledňuje se stav zásob nakupovaných položek, požadavky na velikost pojistných zásob a stav dříve vystavených objednávek a výrobních příkazů.

Kroky MRP:

- Stanovení hrubé potřeby položky dle období,
- Stanovení čisté položky dle období,
- Určení plánovaného příjmu (dodávky) položky,
- Určení velikosti externích a interních objednávek (tzv. plánované umístění objednávky),
- Přehled kapacitního zatížení,
- Řešení kapacitních střetů úpravou výchozí varianty hlavního výrobního plánu,
- Opakování všech předcházejících kroků až do věcného, termínového a kapacitního vyladění plánu. [3]



Obr. 5 Cyklus MRP. [3]

## 2.2 Metody plánování výroby

### 2.2.1 Plánování materiálových požadavků

Plánování materiálových požadavků je důležité u výroby, kde je materiál významnou nákladovou položkou nebo u výroby s těžko odhadnutelnou poptávkou. V těchto případech je žádoucí udržet zásoby na rozumné výši a nevázat v nich více provozního kapitálu, než je nezbytně nutné. Pro tyto účely je vhodné, pokud softwarové nástroje pro podporu plánování obsahují tažné metodiky typu Kanban nebo tlačné metodiky typu MRP.

Hlavním cílem systému Kanban, je na každém stupni podporovat výrobu na výzvu podle zákaznického požadavku, což mírně zvyšuje skladové zásoby, ale zároveň umožňuje dobře plánovat výrobní termíny. Kanban je výhodný u výrob s větším množstvím stejných nebo podobných výrobků a s velkou setrvačností odbytu – výroba na sklad (hromadná a sériová výroba). V případě MRP jsou optimalizovány skladové zásoby (je objednáno pouze to, na co existuje požadavek) na úkor okamžité dosažitelnosti materiálu. MRP se využívá zejména u výrob na zakázku (diskrétní kusová a malosériová výroba). [3]



### 2.2.2 Plánování výrobních kapacit

Automaticky se předpokládá, že když bude materiál zajištěn, okamžitě se bude moci začít výrobně zpracovávat = plánování s neomezenými kapacitami (teoretické plánování). Předpokládá se, že kapacity jsou vždy k dispozici v potřebné výši. Každá výrobní organizace má však svoje technické i lidské kapacity omezené a musí je tedy pečlivě plánovat. Plánování kapacit je v softwarových nástrojích řešeno koncepty MRP II a APS. [3]

Metody a techniky kapacitního plánování:

- Sestavování kapacitních profilů,
- Aplikace plánovacích metod a technik,
- Simulace,
- Řízení úzkých míst.



Obr. 6 Řešení zakázek při různém vytížení kapacit. [9]

### 2.2.3 Plánování průtoku

Na principu teorie omezení a plánování průtoku je založen plánovací koncept Optimized Production Technology (OPT). Vychází z předpokladu, že průtok je úzkým místem, tzn. úzké místo je rozhodující pro celý systém. Primárním plánovacím úkolem je optimalizace tohoto úzkého místa.

Koncept OPT je charakterizován následujícími zásadami:

- Rozhodující je optimalizace průtoku, nikoliv kapacity - nevyužitá kapacita nemusí být ztrátou systému,
- Hodina ztracená v úzkém místě je hodina ztracená v celém systému,
- Hodina získaná mimo úzké místo nezvyšuje průtok systémem,
- Úzké místo řídí průtok i zásoby.

Plánování pomocí průtoku se využívá nejvíce u zřetězených typů výroby, kde produkt prochází postupně jednotlivými pracovišti → v tomto případě lze nejlépe identifikovat úzké místo. Nejlépe se implementuje pro výrobu na sklad a pro dávkovou výrobu. Při dobré teoretické znalosti ji lze využít pro všechny typy výrob. Hlavní výhodou je jednoznačná odpověď na otázku, jakým způsobem zvýšit průtok v případě, kdy zákaznická poptávka po produktech převyšuje dodavatelskou kapacitu. [3]

#### ***2.2.4 Vizualizace a simulace v plánování výroby***

Při modelování výroby se prosazují simulační modely. Představují jedinou možnost, jak popsat chování i velmi složitých procesů s uvažováním náhodných jevů a všech podstatných vnitřních i vnějších vazeb. Pro simulaci a vytvoření dynamického modelu se používají speciální modelovací nástroje, např. systém Arena. Výhodou simulačních modelů je to, že pracujeme s takovými parametry procesu, které mají svoji přímou analogii ve skutečném systému.

Simulační modely je možné využít ve všech fázích životního cyklu procesu. Simulaci je možné využít jako podporu při rozhodování, již ve fázi posuzování kapitálových investic. Ve fázi návrhu technického vybavení a rozmístění výrobních celků se simulační modely zpřesňují do té míry, že představují přesnou dobu skutečného systému, až do úrovně podrobnosti jednotlivých strojů a pracovníků. Vytvořený podrobný model může být vhodně využit pro operativní plánování a řízení výroby. Prediktivní schopnosti simulačních modelů umožňují podnikům plánování v různých časových horizontech, lepší reakce na změny a poruchy, ověřování výrobních plánů, lepší využití technologie, snížení skladových zásob. [6]

### 2.3 Metody řízení dílenských procesů

- a) Belastungsorientierte Auftragsfreigabe (BOA) – vytěžovací řízení,
- b) KANBAN, popř. Constant Work in Process (CONWIP),
- c) Theory of Constraints (TOC) – teorie úzkých míst,
- d) Demand Chain (DCM) – zlepšení reakceschopnosti na požadavky trhu,
- e) Supply Chain Management (SCM) – propojení dodavatelského řetězce do komplexního hodnototvorného řetězce. [2]

#### SCM

Řízení dodavatelských řetězců představuje komplex aplikací informačních a komunikačních technologií, které slouží ke koordinaci toků výrobků, služeb, informací a financí mezi dodavateli surovin, jejich zpracovateli, výrobcí komponent i finálních výrobků, velkoobchodníky a prodejci s cílem efektivního uspokojení požadavků konečných zákazníků co do rychlosti, kvality a ceny produktu či služby.

#### TOC

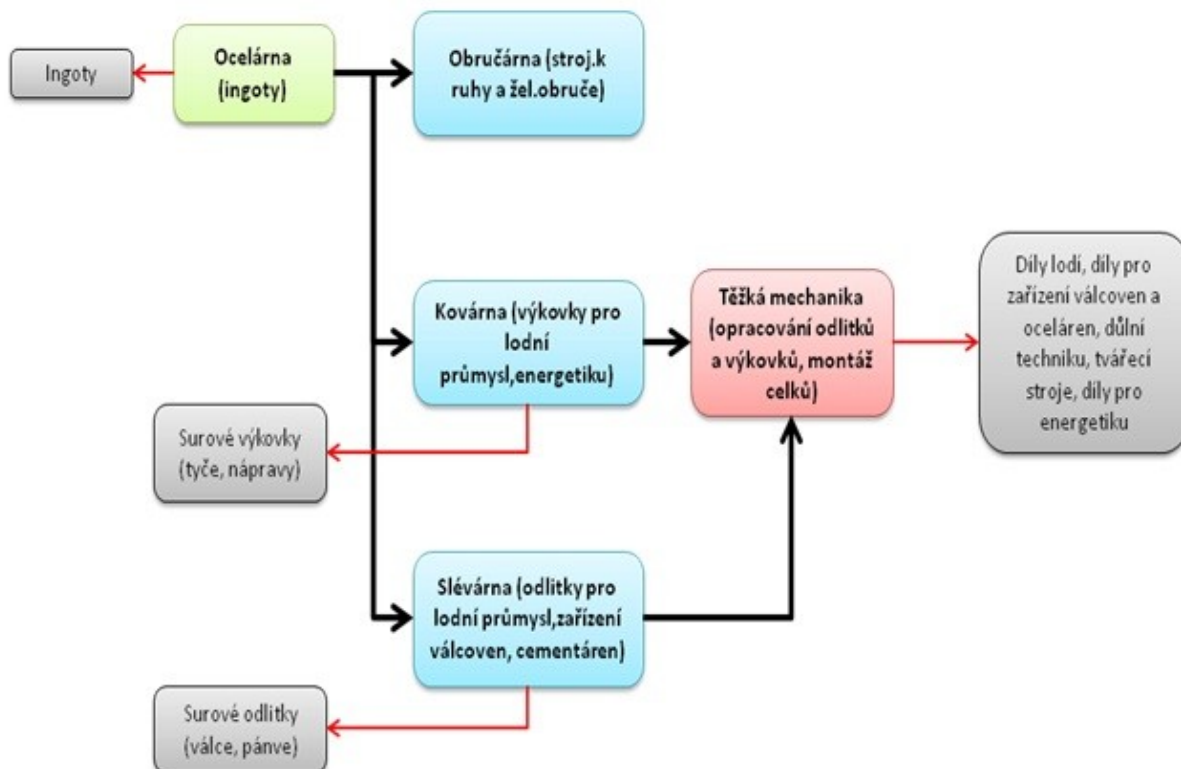
Metoda předpokládá, že každý systém má svoje omezení (úzké místo). Úzké místo je nejslabším článkem, který určuje celkový výkon systému. Je nutné zajistit, aby úzké místo bylo plně využito. Kapacitní úzká místa jsou nejpomalejší, nebo mají vysoký výskyt neshodných produktů, jsou na ně kladeny největší kapacitní nároky a mají velkou poruchovost a malý využitelný časový fond. TOC uplatňuje princip pull (tahu).

TOC v plánování a řízení výroby:

- Diferencují se režimy práce na úzkém místě a mimo ně,
- Ekonomická výhodnost výrobků se posuzuje podle relativního příspěvku na úhradu fixních nákladů a tvorby zisku,
- Předpokládá se promyšlené vytváření zásob rozpracovanosti, avšak jen ve výši a struktuře potřebné pro chod úzkého místa,
- Pracoviště, která nejsou úzkým místem, nemusejí být zcela využita,
- Na úzkém místě se pečlivě zvažuje pořadí a velikost dávek. [8]

## 2.4 Výrobní toky a procesy ve VHM

Výrobní program podniku vyjadřuje množinu všech druhů výrobků, které je podnik potenciálně schopen vyrábět podle požadavků zákazníků. Pro uspořádání výrobního systému a pro metodiku řízení výroby je významnou charakteristikou typ výroby. Typ výroby charakterizuje výrobu z hlediska počtu druhů vyráběných výrobků a množství vyráběných výrobků jednotlivých druhů (podle opakovanosti výroby).



Obr. 7 Výrobní toky ve VHM. [2]

**NS 320 Ocelárna**

Výrobní kapacita...cca 200 kt/rok.

- Kovářenské ingoty do hmotnosti 200 tun (t),
- Bramové ingoty do hmotnosti 38 t,
- Kruhové ingoty do hmotnosti 23 t,
- Tekutá ocel pro vlastní slévárnu.

**NS 330 Slévárna**

Projektovaná výrobní kapacita 13 kt/rok dohotovené výroby.

- Tvarově náročné ocelové odlitky malosériového charakteru do 150 t čisté hmotnosti (ve svařovaném provedení 330 t),
- Max. rozměry 14000 mm x 6500 mm x 3800 mm, max. průměr 8000 mm,
- Ruční formování do kesonů a do rámců furanových směsí.

**NS 340 Kovárna**

Výrobní kapacita...cca 80 kt/rok.

- a) Kování - volné kování výkovků na hydraulických lisech za tepla.
  - Podélné výkovky (tyče kruhového, obdélníkového nebo čtvercového průřezu, hřídele, osy) s průměrem 70-2800 mm, max. délkou 25000 mm, hmotností max. 123 t.
  - Kroužky s průměrem 200-6000 mm, hmotností max. 123 t.
  - Kotouče a kruhové desky o průměru 200-4800 mm, hmotností max. 123 t.
  - Dutá tělesa s průměrem 250-2800 mm, délkou max. 15000 mm, hmotností max. 123 t.
- b) Válcování obručí a strojírenských kruhů
  - Válcované obruče o průměru 400-1800 mm, hmotností 75-750 kg.
  - Válcované kruhy o průměru max. 2300 mm, hmotností max. 2,5 t.
- c) Tepelné zpracování – pro kování, žíhání, popouštění, kalení, speciální režimy.
- d) Pálení na pálících strojích za tepla i za studena.
- e) Rovnání za tepla i za studena. [10]

**NS 370 Těžká mechanika**

Výrobní kapacity:

- a) Strojní pracoviště...cca 600 000 hod./rok.
- b) Ruční pracoviště...cca 400 000 hod./rok, z toho připadá na montáž (zámečnické a svářečské práce) cca 200 000 hod./rok.

Výrobní operace:

- Soustružení, frézování, obrážení,
- Broušení (nakulato, rovinné, otvorů),
- Vrtání hlubokých otvorů (do 25 000 mm),
- Okružování mimo osově rotační plochy,
- Svařování, montáž,
- Tryskání a povrchové úpravy,
- Dělení materiálů.

Výrobní zařízení – pro soustružení (včetně CNC)

- 11 soustruhů s max. průměrem obrábění 2600-3650 mm, točnou délkou 12000-30000 mm, váhou obrobku 140000-300000 kg.
- 24 soustruhů s max. průměrem obrábění 710-2000 mm, točnou délkou 4000-25000 mm, váhou obrobku 5000-12000 kg.
- 2 soustruhy s max. průměrem obrábění 100-530 mm, točnou délkou do 5000 mm, váhou obrobku do 6000 kg.

Výrobní zařízení - karuselové soustruhy

- 2 soustruhy s průměrem obrábění do 18000 mm, točnou výškou do 4000 mm, váhou obrobku do 250000 kg.
- 10 soustruhů s průměrem obrábění 1700-6300 mm, točnou výškou 1200-4000 mm, váhou obrobku 5000-120000 kg (z toho 2 stroje CNC). [10]

#### Výrobní zařízení - CNC soustruhy

- 15 soustruhů s průměrem obrábění 1 250-4 200 mm, točnou délkou do 18000 mm, váhou obrobku do 150 000 kg.

#### Výrobní zařízení - okružování

- 3 Moll - aparáty s max. průměrem kruhu 3150/2850 mm, délkou lože 14300/15200 mm, váhou obrobku do 100000 kg.
- 2 Moll - aparáty s max. průměrem kruhu 1000 mm, délkou lože 12700/14200 mm, váhou obrobku do 100000 kg.

#### Výrobní zařízení - frézování

- Speciální stroje na obrábění středních kusů zalomených hřídelí (4 ks).
- 12 portálových frézek s šířkou stolu max. 5000 mm, pojezdem stolu 2000-14500 mm, hmotností obrobku od 10000 do 300000 kg (z toho 11 x CNC).
- 38 frézek typu W s průměrem vřeten 100/130/160/200/250 mm, s délkou pojezdu stolu 1100/1600 mm, délkou lože 3100-17650 mm, váhou obrobku od 10000 do 250000 kg (z toho 7 x CNC).

#### Výrobní zařízení - zařízení pro tryskání

- Tryskáč TKM 100 (max. rozměr obrobku 5700 x 3500 mm, max. zatížení vozu 100000 kg, max. hmotnost obrobku 50000 kg-omezeno nosností jeřábu).
- Ruční tryskáč korundový.

#### **NS 371 Těžká mechanika - Montáž**

- Středisko zahrnuje 5 samostatných montážních hal, ve kterých probíhá montáž strojních dílů a hydraulických prvků, včetně hydraulických rozvodů (tlakové zkoušky do 500 barů), stehování, svařování (ruční, automatické), různé druhy povrchových úprav.
- Svařování metodou MAG, TIG, ROS, automatem pod tavidlem (navarování), svařování do úzké mezery (do hloubky 360 mm).
- Každá z montážních hal měří 20 x 100 m a disponuje nosností jeřábů 150 t a 250 t (v součinnosti dvou jeřábů lze převézt výrobek do cca 400 tun, s výškou max. 20 m).

[10]

## 2.5 Výrobní obory ve VHM

### 1) Odlitky a ingoty

5-150 t čisté hmotnosti.

- a) Pro lodní průmysl - části kormidlových systémů,
- b) Pro zařízení válcoven - válcovací stojany, části válcovacích tratí, ložisková tělesa,
- c) Pro cementárny - nosné kruhy, kladky s hřídelí, ozubené věnce, nosiče kladek,
- d) Pro tvářecí stroje - traverzy, šaboty, berany, tělesa hydraulických válců,
- e) Pro hutní produkci - struskové pánve, kokily,
- f) Pro energetiku - náboje vodních turbín, skříně turbín a kompresorů,
- g) Stacionárně odlévané válce.

### 2) Výkovky

Až cca 123 t čisté hmotnosti.

- a) Strojírenské kruhy (75-2500 kg),
- b) Železniční obruče (Ø400-1800 mm, 75-750 kg),
- c) Pro lodní průmysl - zalomené hřídele, duté hřídele, vrtulové a spojovací hřídele, kormidlové pně.
- d) Pro energetiku - díly pro klasické, větrné a jaderné elektrárny,
- e) Pro hydraulické lis - táhla, sloupy, hydraulické válce, zápustky,
- f) Pro cementárny - osy kladek, kladky, nosné kruhy,
- g) Pro válcovny - vřetenové hřídele, spojky vřeten, kované válce.

### 3) Montovaná výroba (investiční celky)

Technologická zařízení:

- a) Oceláren - tavící pece,
- b) Válcoven - plechů, profilů,
- c) Rouroven a koksoven,
- d) Dobývacích strojů pro povrchovou těžbu,
- e) Pro energetiku - hydroenergetika, jaderná energetika, větrné elektrárny. [2]



## 2.6 Přehled oborů a odvedených hodin v NS 370 v letech 2008-2010

Obor	NÁZEV OBORU	Odvedené hodiny v NS 370			
		2008 [hod.]	2009 [hod.]	2010 [hod.]	Celkem [hod.]
170	Práce výrobní povahy v hutnictví Fe	2 655	12 303	22 625	<b>37 583</b>
415	Nářadí upínací, řezné a ruční, měřidla a tvářecí nástroje	3 404	1 697	2 811	<b>7 912</b>
419	Válce pro tváření kovů	2 067	898	2 517	<b>5 482</b>
468	Díly zařízení zvedacích a manipulačních	234	-	-	<b>234</b>
492	Stroje a zařízení pro hlubinné dobývání	3 730	10 082	12 732	<b>26 544</b>
494	Stroje a zařízení pro úpravu uhlí a rud	230	33	-	<b>263</b>
495	Rypadla kolesová a zakladače	6 678	10 820	6 704	<b>24 202</b>
498	Stroje a zařízení pro přípravu vysokopec. vsázky a výrobu surového Fe	4 068	250	206	<b>4 524</b>
499	Stroje a zařízení koksoven	1 406	4 198	972	<b>6 577</b>
501	Stroje a zařízení oceláren	587	2	-	<b>589</b>
502	Zařízení válcovací	1 706	6 760	567	<b>9 033</b>
513	Stroje tvářecí na kovy a plasty	18 528	21 468	37 093	<b>77 088</b>
516	Stroje a zařízení (zvláště pro strojní výrobu a hutní druhovýrobu)	1 323	97	-	<b>1 420</b>
550	PVP ve strojírenství - ostatní	40 546	23 269	24 491	<b>88 305</b>
974	Obchodní a zprostředkovatelské služby	164	-	-	<b>164</b>
162b	Opracované odlitky	54 860	59 050	60 464	<b>174 374</b>
163b	Opracované výkovky	59 828	58 501	103 877	<b>222 206</b>
319a	Zalomené hřídele	478 069	295 725	133 779	<b>907 574</b>
319b	Ostatní hřídele	57 237	51 282	41 599	<b>150 119</b>
<b>CELKEM</b>		<b>737 321</b>	<b>556 434</b>	<b>450 437</b>	<b>1 744 192</b>
<b>CELKOVÉ ROZLOŽENÍ (2008 – 2010)</b>		<b>42%</b>	<b>32%</b>	<b>26%</b>	

Tab. 7 OH v závislosti na druhu výrobního oboru.

Pokles odpracovaných hodin v roce 2010 oproti roku 2008 činí 39%.

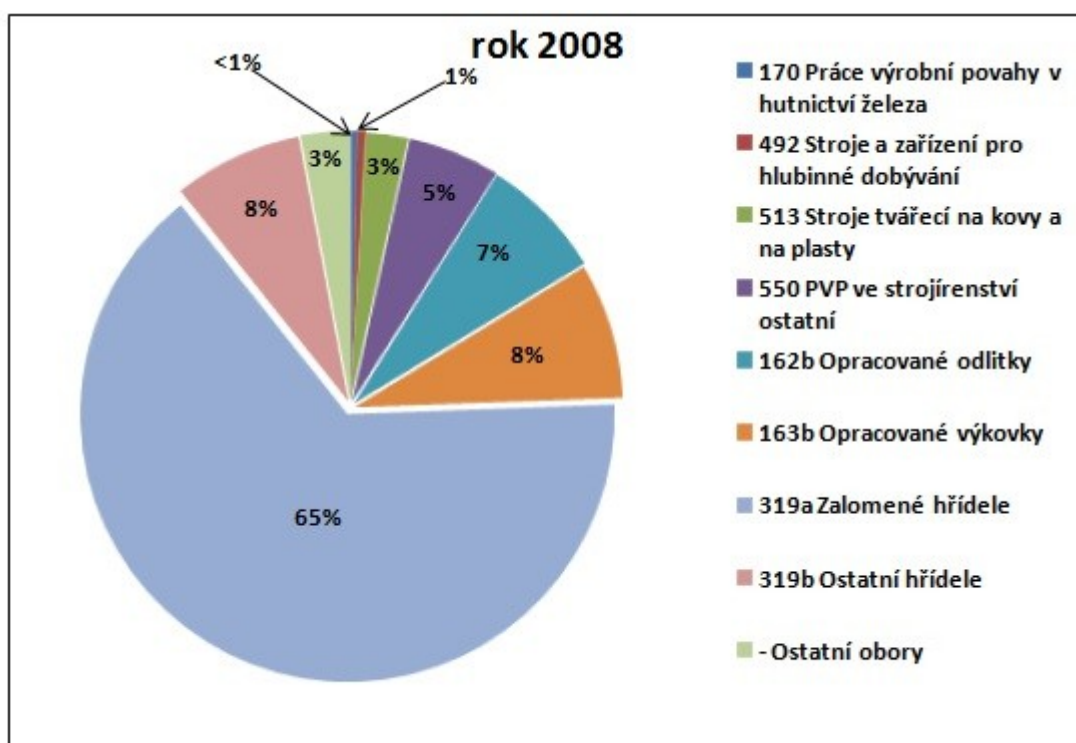
Obor	2008 [%]	2009 [%]	2010 [%]	2008 vs. 2009 [%]	2008 vs. 2010 [%]	2009 vs. 2010 [%]
170	0,4	2,2	5,0	463	852	184
415	0,5	0,3	0,6	50	83	166
419	0,3	0,2	0,6	43	122	280
468	0,0	0,0	0,0	0	0	0
492	0,5	1,8	2,8	270	341	126
494	0,0	0,0	0,0	15	0	0
495	0,9	1,9	1,5	162	100	62
498	0,6	0,0	0,0	6	5	83
499	0,2	0,8	0,2	299	69	23
501	0,1	0,0	0,0	0	0	0
502	0,2	1,2	0,1	396	33	8
513	2,5	3,9	8,2	116	200	173
516	0,2	0,0	0,0	7	0	0
550	5,5	4,2	5,4	57	60	105
974	0,0	0,0	0,0	0	0	0
162b	7,4	10,6	13,4	108	110	102
163b	8,1	10,5	23,1	98	174	178
319a	64,8	53,1	29,7	62	28	45
319b	7,8	9,2	9,2	90	73	81

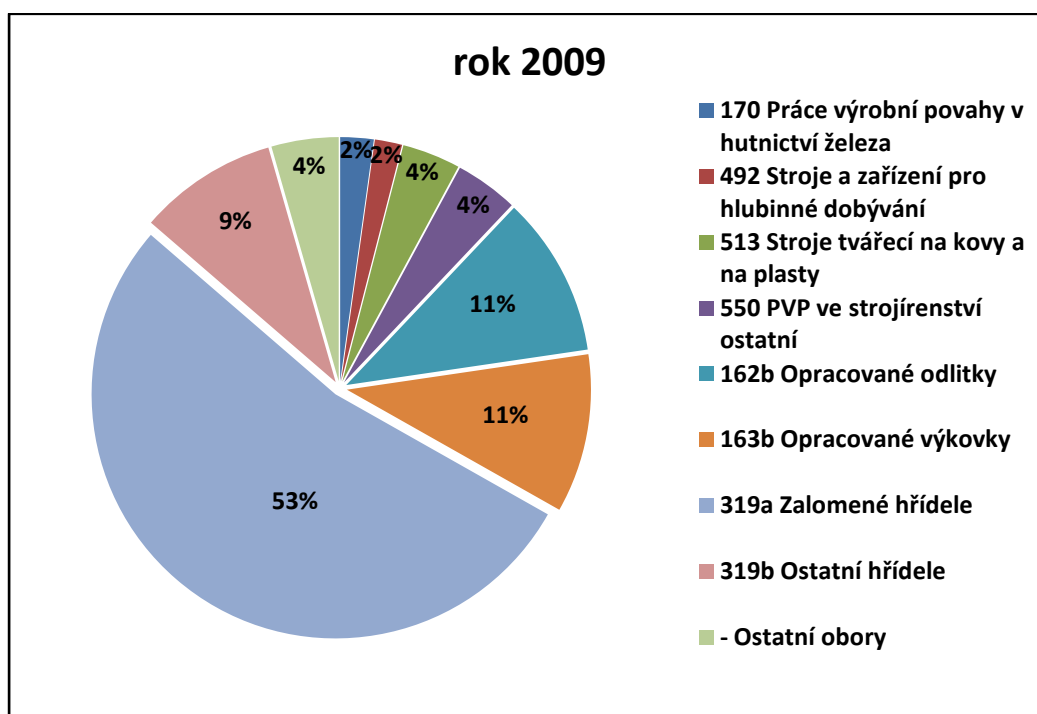
Tab. 8 OH v závislosti na druhu výrobního oboru - procentuální vyjádření.

## 2.7 Kumulace oborů s malým objemem odvedených hodin

Obor	NÁZEV OBORU	2008 [hod.]	2009 [hod.]	2010 [hod.]	Celkem [hod.]
170	Práce výrobní povahy v hutnictví Fe	2 655	12 303	22 625	<b>37 583</b>
492	Stroje a zařízení pro hlubinné dobývání	3 730	10 082	12 732	<b>25 749</b>
513	Stroje tvářecí na kovy a na plasty	18 528	21 468	37 093	<b>74 631</b>
550	PVP ve strojírenství ostatní	40 546	23 269	24 491	<b>86 736</b>
162b	Opracované odlitky	54 860	59 050	60 464	<b>173 959</b>
163b	Opracované výkovky	59 828	58 501	103 877	<b>221 934</b>
319a	Zalomené hřídele	478 069	295 725	133 779	<b>906 735</b>
319b	Ostatní hřídele	57 237	51 282	41 599	<b>149 955</b>
-	Ostatní obory	21 868	24 755	13 777	<b>60 400</b>

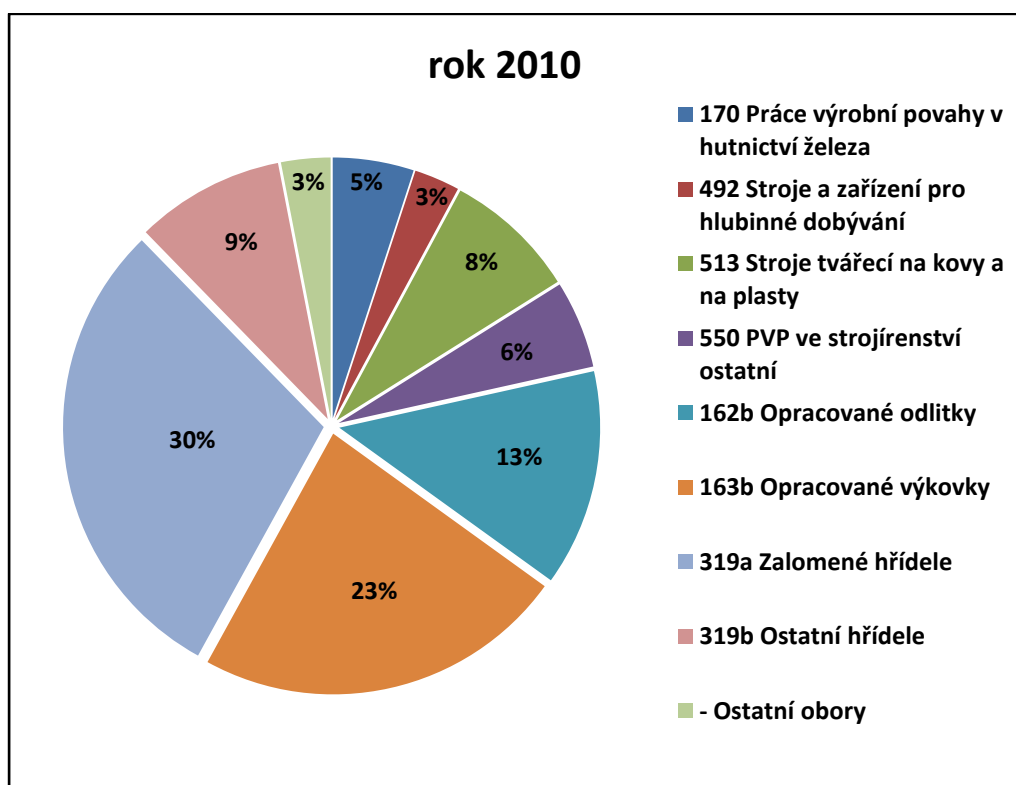
Tab. 9 Obory s malým objemem OH.





Obr. 9 Rozdělení výrobního sortimentu v Těžké mechanice za rok 2009.

Celkový počet odpracovaných hodin na NS 370 = 556 434 hodin.



Obr. 10 Rozdělení výrobního sortimentu v Těžké mechanice za rok 2010.

Celkový počet odpracovaných hodin na NS 370 = 450 437 hodin.

V uvedených třech grafech je znázorněna struktura odvedených hodin v NS 370 v letech 2008-2010. Z grafů je patrná značná změna struktury sortimentu během těchto let. Jednoznačně se projevil útlum v oblasti lodní dopravy (zalomené hřídele) a naopak expanze v oblasti opracovaných výkovků. Nicméně dramaticky poklesly i celkové odvedené hodiny, pokud srovnáme rok 2010 a 2008, jde zhruba o 40% pokles.

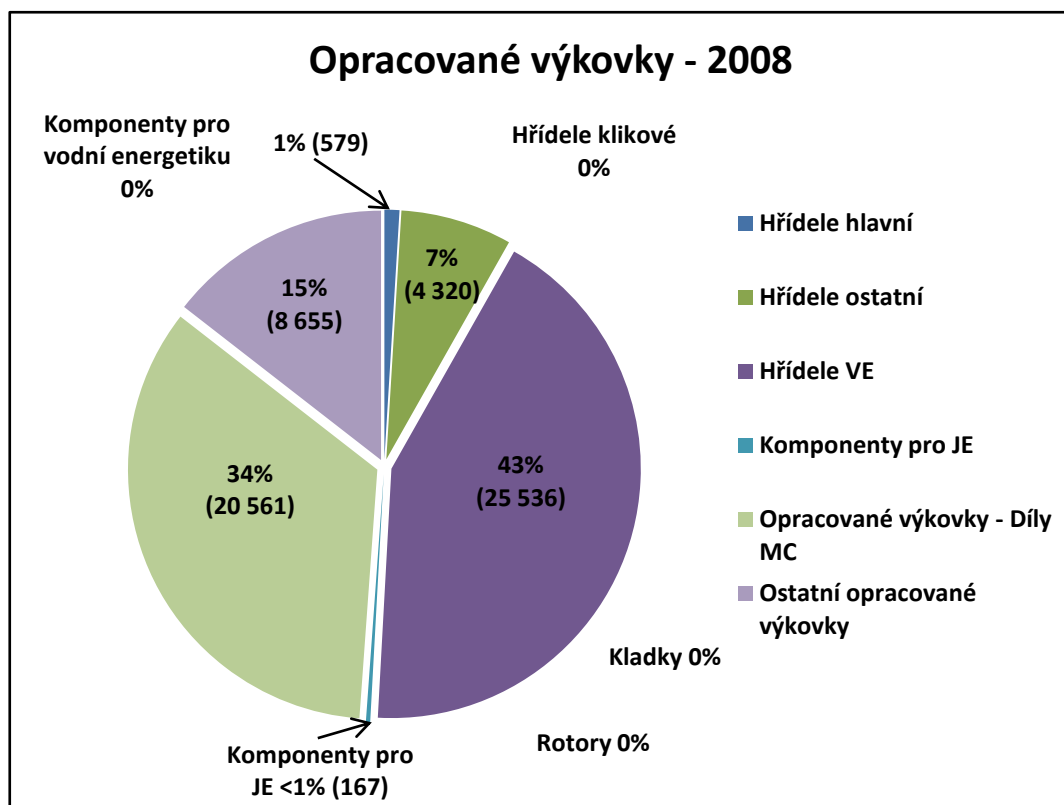
## 2.8 Detail oboru 163b - opracované výkovky

POPIS-DETAIL	2008 [hod.]	2009 [hod.]	2010 [hod.]	Celkem [hod.]
Hřídele hlavní	579	5 841	3 875	<b>10 295</b>
Hřídele klikové	-	3 192	3 639	<b>6 831</b>
Hřídele ostatní	4 320	2 961	7 432	<b>14 712</b>
Hřídele VE	25 536	8 569	8 827	<b>42 932</b>
Komponenty pro JE	167	335	13 442	<b>13 944</b>
Komponenty pro vodní energetiku	-	-	6 295	<b>6 295</b>
Rotory	-	385	7 646	<b>8 031</b>
Kladky	-	547	14 541	<b>15 088</b>
Opracované výkovky - Díly MC	20 561	26 764	27 959	<b>75 284</b>
Ostatní opracované výkovky	8 665	9 907	10 222	<b>28 794</b>
<b>CELKEM</b>	<b>59 828</b>	<b>58 501</b>	<b>103 877</b>	<b>222 206</b>

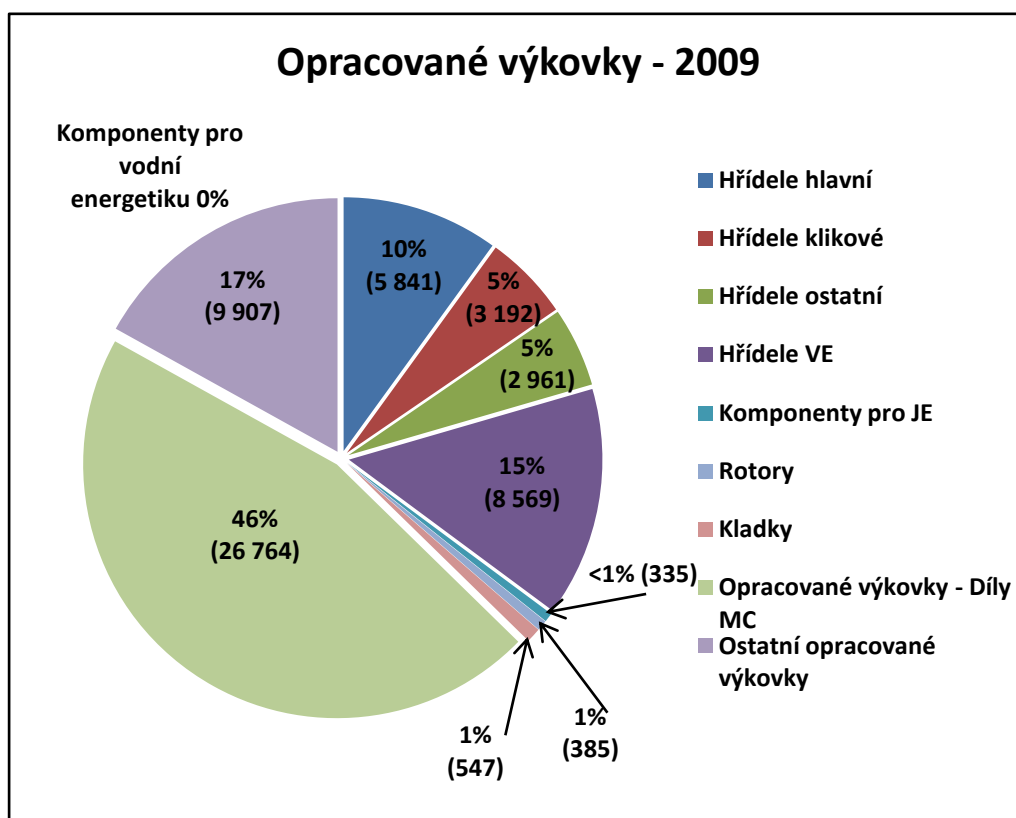
Tab. 10 Detail oboru 163b - opracované výkovky.

POPIS-DETAIL	2008 [%]	2009 [%]	2010 [%]	2008 vs. 2009 [%]	2008 vs. 2010 [%]	2009 vs. 2010 [%]
Hřídele hlavní	1,0	10,0	3,7	1009	670	66
Hřídele klikové	-	5,5	3,5	-	-	114
Hřídele ostatní	7,2	5,1	7,2	69	172	251
Hřídele VE	42,7	14,6	8,5	34	35	103
Komponenty pro JE	0,3	0,6	12,9	200	8044	4012
Komponenty pro vodní energetiku	-	-	6,1	-	-	-
Rotory	-	0,7	7,4	-	-	1986
Kladky	-	0,9	14,0	-	-	2660
Opracované výkovky - Díly MC	34,4	45,7	26,9	130	136	104
Ostatní opracované výkovky	14,5	16,9	9,8	114	118	103

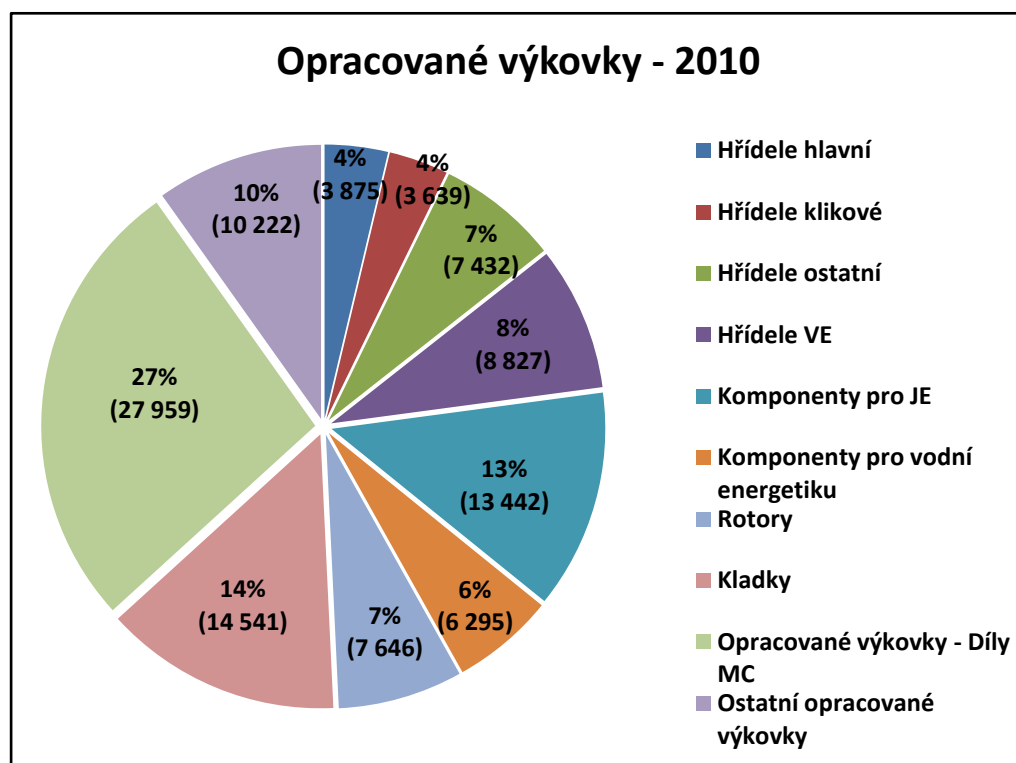
Tab. 11 Detail oboru 163b - procentuální vyjádření.



Obr. 11 Opracované výkovky za rok 2008.



Obr. 12 Opracované výkovky za rok 2009.



Obr. 13 Opracované výkovky za rok 2010.

## 3 SPECIFIKACE PROBLÉMŮ

### 3.1 Problematika kapacitní bilance ve VHM

#### Plánování diskrétní výroby

- Výroba diskrétního typu se může kdykoli přerušit,
- Komponenty mohou být čerpány ze skladu, přisouvány přímo od výrobce, nebo z vlastní výroby,
- Značný manévrovací prostor při určování pořadí úkolů.

Metody tvorby výrobního programu:

- Simplexová metoda lineárního programování,
- Postupné zaplňování kapacit dle priorit. [3]

#### Plánování odváděné výroby

Tvorba hlavního výrobního plánu - Master Production Schedule (MPS).

- Stanoví objem odvádění finálních výrobků (hrubé vyjádření),
- Tvoří se roční, čtvrtletní, měsíční plán, členěný rámcově do dílčích období,
- Musí proběhnout hrubé prověření kapacitní průchodnosti,
- Má zpravidla klouzavý charakter.

#### Plánování zadávané výroby

- Transformace termínů odvádění úkolů do termínů zadávání úkolů,
- Současné rozložení finálních výrobků na komponenty, operace,
- Kapacitní prověření.

Postup transformace plánu odváděné výroby do plánu zadávané výroby:

- a) Rozpad kusovníku (stanovení tzv. hrubé potřeby položek) - propočet nezbytného množství sestav, podsestav, součástí pro plán odvádění.

Hrubá potřeba = odváděné množství x kusovníkové vazby.

- b) Výpočet tzv. čisté potřeby položek - počáteční zásoba, očekávaný přísun, požadovaná konečná zásoba.

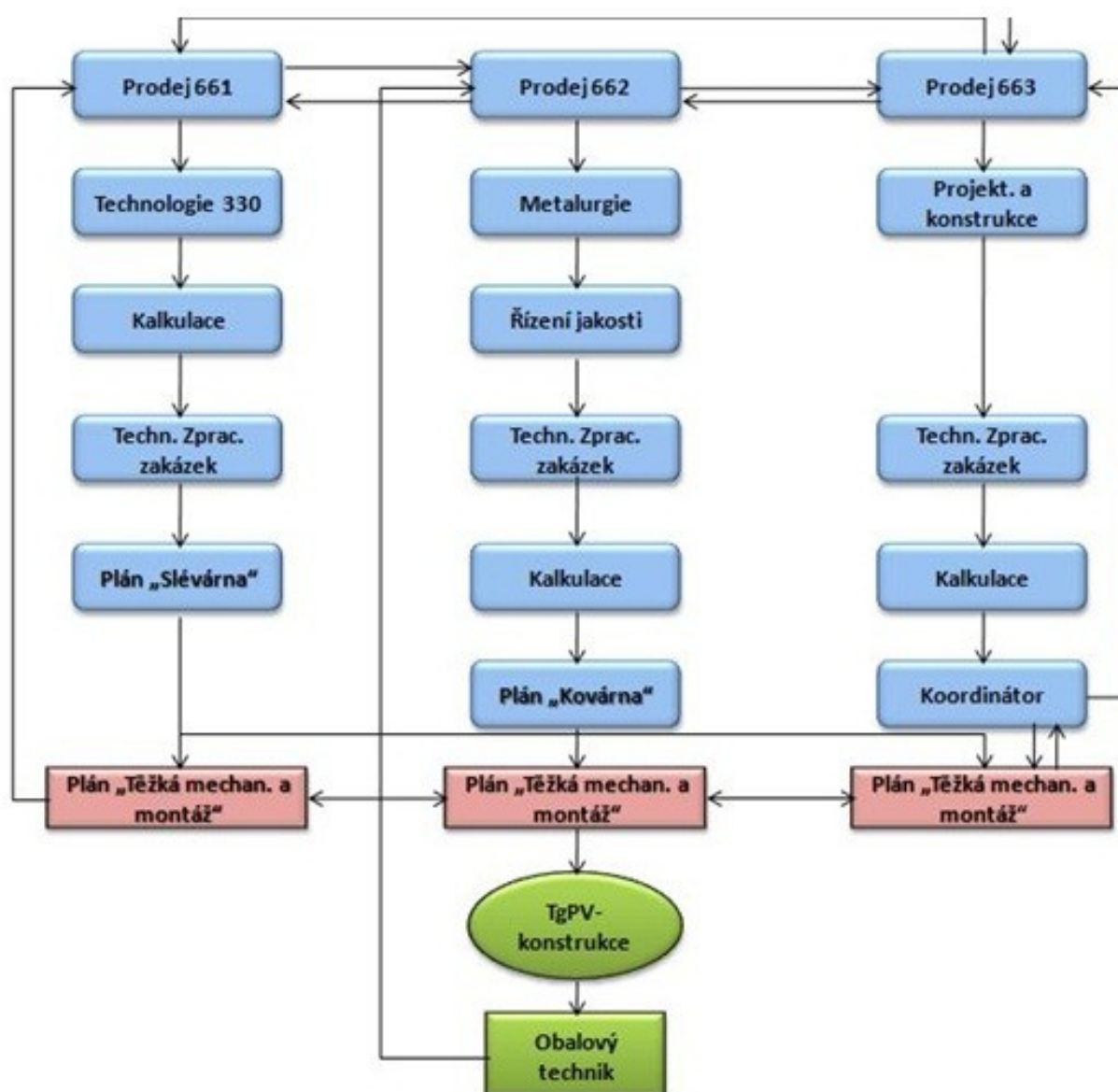
Čistá potřeba = hrubá potřeba.



- c) Kumulace požadavků do dávek, je-li to vhodné.
- d) Určení předstihů a termínů zadání úkolů - ideální termínový plán, prověření průchodnosti plánu, korekce termínového plánu.

V případě kapacitních střetů se rozhoduje o pořadí úkolů, provádí se rozvrhování výroby neboli sekvenční plánování. [3]

### 3.2 Tok dokumentace - předvýrobní etapy



Obr. 14 Tok dokumentace v předvýrobních etapách.

Jednotky 661, 662 a 663 jsou produktové týmy (obchodníci), přes které vstupují obchodní případy do oběhu v předvýrobní etapě.

- 661 - tým zajišťující prodej v oblasti ingotů, odlitků a surových výkovků,
- 662 - tým, který má na starosti prodej komponentů pro lodní dopravu a opracované výkovky (i komponenty pro energetiku),
- 663 - tým zajišťující obchodní případy typu projektů či montovaných celků (díly a celé skupiny dílů pro slévárny a ocelárny, koksárenské baterie, lisy pro tváření, atd.)

Pro plán je z hlediska informací důležitý požadovaný termín či předpokládaný termín, který bude zákazníkem akceptován, zpracování obchodního případu, jak po stránce metalurgické, tak i z hlediska opracování (zatížení jednotlivých zdrojů normohodinami). Pomocí těchto vstupních údajů poté planer rozplánuje obchodní případ v čase s ohledem na zaplnění dostupných kapacit. Ve VHM je navíc nutno přihlížet k nutné provázanosti plánu mezi jednotkami a plán musí být tedy vybilancovaný nejen na úrovni jednoho z nákladových středisek, ale na úrovni celého podniku.

### **3.3 Plánování ve VHM**

Vzhledem ke složité struktuře podniku a existujícími vazbami mezi jeho jednotlivými výrobními jednotkami je nutno na plánování nahlížet jako na komplexní činnost tak, aby výsledkem byl vybilancovaný plán na úrovni všech výrobních jednotek. Protože výrobní povaha provozů a tím i technologie výroby je značně rozdílná, jsou zde implementovány různé IS a je tedy nutné udržet vazbu mezi jejich rozhraními tak, aby byl kompletní výrobní postup celého výrobku správně zaplánován v čase (např. lití, kování, tepelné zpracování a následné obrábění). Cílem je, aby nadřazený systém byl schopen přejímat informace z lokálních systémů o jednotlivých obchodních případech a přebírat nejen technologická, ale i obchodní a kalkulační data včetně předpokládaných dílčích termínů plnění jednotlivých výrobků a dával poté možnost určit finální termín výrobku (ve většině případů opracovaný odlitek, výkovek či montážní sestava). Jako příklad uvádím schéma plánování v MRP II (viz. Příloha č. 5).

### 3.4 Uvažované zakázky (UZ) pro energetický průmysl

Společnost VHM se v současné době v oblasti jaderné energetiky soustřeďuje především na dodávky dílů pro firmy v České republice, Rusku a Indii. Pro české zákazníky se vyrábí regulační klapky pro DN 800, výkovky plášťů parogenerátorů pro indické jaderné elektrárny a kolektory parogenerátorů pro ruský trh. Vybrané zakázky jsou určeny zvláště pro jadernou energetiku, u které se předpokládá rostoucí zastoupení ve výrobním sortimentu VHM. [12]

#### 1) Zakázka č. 1

##### *Rozšiřovací plášť 5 (4 kusy)*

- a) Pořadové číslo: 01, OH = 1005,5.
- b) Pořadové číslo: 02, OH = 1204.

#### 2) Zakázka č. 2

##### *Rotor - přední část (1 ks)*

Pořadové číslo: 01, OH = 520,6.

##### *Rotor - zadní část (1 ks)*

Pořadové číslo: 02, OH = 556,08.

##### *Disk kola 4, 4A (2 ks)*

Pořadové číslo: 03, OH = 633,01.

##### *Disk kola 1, 2, 3 (1 ks)*

Pořadové číslo: 04, OH = 447,62.

##### *Disk kola 1A, 2A, 3A (1 ks)*

Pořadové číslo: 05, OH = 683,47.

#### 3) Zakázka č. 3

##### *Čtyřdílná turbínová hřídel (1 ks)*

- a) Pořadové číslo: 01, OH = 358,66.
- b) Pořadové číslo: 02, OH = 145,5.
- c) Pořadové číslo: 03, OH = 237,34.
- d) Pořadové číslo: 04, OH = 299.
- e) Pořadové číslo: 05, OH = 83,75.
- f) Pořadové číslo: 06, OH = 1106,15.

g) Pořadové číslo: 07, OH = 727,43.

***Díl 1 - malá příruba (1 ks)***

Pořadové číslo: 08, OH = 249,8.

***Díl 2 - díl s kapsou (1 ks)***

Pořadové číslo: 09, OH = 444,5.

***Díl 3 - trubka (1 ks)***

Pořadové číslo: 10, OH = 387.

***Díl 4 - velká příruba (1 ks)***

Pořadové číslo: 11, OH = 921,9.

**4) Zakázka č. 4**

***Sestava pro jadernou elektrárnu***

***Těleso (1 ks)***

Pořadové číslo: 01, OH = 194,9.

***Příruba (1 ks)***

Pořadové číslo: 02, OH = 185,75.

***Víko (1 ks)***

Pořadové číslo: 03, OH = 19,8.

**5) Zakázka č. 5**

***Náboj Kaplanovy turbíny (1 ks)***

a) Pořadové číslo: 01, OH = 1621,1.

b) Pořadové číslo: 02, OH = 772,5.

c) Pořadové číslo: 03, OH = 553,3.

d) Pořadové číslo: 04, OH = 3,3.

e) Pořadové číslo: 05, OH = 19,3.

f) Pořadové číslo: 06, OH = 3,2.

### ***3.4.1 Simulované zakázky (SZ) pro energetický průmysl***

Simulace je aplikována pro zakázky (viz. 3.4), spočívající v navýšení počtu kusů u jednotlivých zakázek - představitelů. Volba počtu kusů je odvozena od informací z obchodního oddělení, které má možnost sledovat poptávku v oblasti energetiky. Lze tak s velkou pravděpodobností předpokládat, že simulace může být vhodně využita i v budoucnosti.

- a) Simulovaná zakázka č. 1...počet vyráběných kusů 8,
- b) Simulovaná zakázka č. 2...počet vyráběných kusů 2,
- c) Simulovaná zakázka č. 3...počet vyráběných kusů 6,
- d) Simulovaná zakázka č. 4...počet vyráběných kusů 4,
- e) Simulovaná zakázka č. 5...počet vyráběných kusů 6.

Celkový součet OH u uvažovaných zakázek (představitelů) je 20 645,97. U simulovaných zakázek (definovaný počet kusů) se OH zvýší na 72 282,74.

### 3.5 Seznam strojů pro zpracování uvažované zakázky

Pracoviště	Inventární č. stroje	POPIS STROJE A PRACOVIŠTĚ	OH [hod.]
14242	225	Karusel WZK 601 [D6000/L4000]	3 051,00
24158	1576	Hrotový soustruh S100 [D1600/L20000]	25,00
44164	1802	Hrotový soustruh S2500-CNC [D2000/L25000]	54,00
14167	1941	Hrotový soustruh S3150 [D2600/L15000]	296,50
4884	2144	Vyvrtávací soustruh SV2500 [D2270/L20000]	267,00
14241	2166	Karusel SK50 [D5000/L3000 (K)]	251,50
14241	2234	Karusel SK50 [D5000/L3000 (K)]	500,10
14234	2914	Karusel SK40K [D4000/L2500 (K)]	84,00
44828	3089	Horizontka WD160 [Lož 3150/Stoj 2500]	30,00
14835	3168	Horizontka WD250 [Spol. Lož 11200/Stoj 4000]	530,00
14835	3169	Horizontka WD250 [Spol. Lož 11200/Stoj 4000]	1 391,00
24169	3516	Hrotový soustruh SIU [D3650/L15000 (K)]	352,00
14167	3561	Hrotový soustruh S3150 [D2600/L15000]	40,00
14234	3822	Karusel SK40A [D4000/L2500 (K)]	40,00
24828	3871	Horizontka W160 [Spol. Lož 10700/Stoj 2500]	7,50
24828	3872	Horizontka W160 [Spol. Lož 10700/Stoj 2500]	28,00
24832	3876	Horizontka W200T [Spol. Lož. 10400/ Stoj 4000]	47,00
24832	3877	Horizontka W200T [Spol. Lož. 10400/ Stoj 4000 (K)]	35,50
34843	3878	Horizontka W200T-CNC poloh. Stůl [Lož 10500/Stoj 383]	52,50
24832	3879	Horizontka W200T [Spol. Lož. 12000/ Stoj 4000 (K)]	6,00
14832	4047	Horizontka W200C [Lož 4150 (4800)/Stoj 3150]	30,00
14832	4048	Horizontka W200C [Lož 4150 (4800)/Stoj 3150]	488,00
14163	4156	Hrotový soustruh SIU250 [D2000/L15000]	47,00
34253	4159	Karusel DZ32-CNC [D4000/L2000]	382,50
24241	4161	Karusel SK50-A [D5000/L3500 (K)]	2 262,50
34163	4167	Hrotový soustruh SPK250-CNC [D1990/L12000]	508,50
34169	4193	Hrotový soustruh DL180-CNC [D3300/L18000 (K)]	206,00
4864	4214	BT-vrtací stroj [otvor max.550/D1250/24000 (K)]	28,00
34167	4410	Hrotový soustruh SIU315-CNC [D2650/L15000]	70,00
34255	4514	Karusel SKD50-CNC [D5000/L3800]	880,00

Pracoviště	Inventární č. stroje	POPIS STROJE A PRACOVIŠTĚ	OH [hod.]
34845	4517	Horizontka WT200GNR-CNC poloh. Stůl [Lož 17740/Stoj 5000]	120,00
34162	4550	Hrotový soustruh SUT200-CNC [D1880/L8000 (K)]	65,00
34844	4587	Horizontka WT200H-CNC bez stolu [Lož 17740/Stoj 5100]	84,00
35292	4644	Portálka S22-10GM500NC [5500/16000/z5500]	1 261,00
24835	5222	Horizontka W250HC [Lož 10000/Stoj 4000]	4,50
34279	5242	Hrotový soustruh S400-CNC [D4200/L16500 (K)]	1 399,50
14828	5351	Horizontka WD160 [Lož 3150/Stoj 2500]	29,50
34832	5354	Horizontka W200HC-NC [Lož 17000/Stoj 4000]	120,00
44164	5364	Hrotový soustruh S2500-CNC [D2000/L25000 (K)]	41,00
34162	5366	Hrotový soustruh S2100-CNC [D2100/L8000 (K)]	30,00
5967	5373	Pásová pila HBP1800 Gantry [1600x1600 (K)]	28,50
9421	99421	Práce zámečnické	1 578,94
9424	99424	Práce zámečnické	825,33
9412	09412	Rýsovací deska-rýsovači	945,80
9672	09672	Natěrači	84,00
12727	12727	TRAFO	476,50
12753	12753	WIG-ARGON	402,50
12931	12931	Ruční plynový ohřev	196,00
32743	32743	Automat MESSER	165,50
59521	59521	Natahování ZH (K)	6,30

Tab. 12 Seznam strojů pro zpracování uvažovaných zakázek a OH.

Seznam strojů pro zpracování zadaných zakázek a odpracované hodiny pro jednotlivé vyráběné části vycházejí z technologických postupů v NS 370.

### 3.6 Seznam strojů pro zpracování simulované zakázky

Pracoviště	Inventární č. stroje	POPIS STROJE A PRACOVIŠTĚ	OH [hod.]
14242	225	Karusel WZK 601 [D6000/L4000]	8 074,00
24158	1576	Hrotový soustruh S100 [D1600/L20000]	25,00
44164	1802	Hrotový soustruh S2500-CNC [D2000/L25000]	216,00
14167	1941	Hrotový soustruh S3150 [D2600/L15000]	1 095,00
4884	2144	Vyvrtávací soustruh SV2500 [D2270/L20000]	1 531,00
14241	2166	Karusel SK50 [D5000/L3000 (K)]	1 100,00
14241	2234	Karusel SK50 [D5000/L3000 (K)]	653,60
14234	2914	Karusel SK40K [D4000/L2500 (K)]	106,00
44828	3089	Horizontka WD160 [Lož 3150/Stoj 2500]	120,00
14835	3168	Horizontka WD250 [Spol. Lož 11200/Stoj 4000]	3 180,00
14835	3169	Horizontka WD250 [Spol. Lož 11200/Stoj 4000]	3 106,00
24169	3516	Hrotový soustruh SIU [D3650/L15000 (K)]	1 152,00
14167	3561	Hrotový soustruh S3150 [D2600/L15000]	80,00
14234	3822	Karusel SK40A [D4000/L2500 (K)]	80,00
24828	3871	Horizontka W160 [Spol. Lož 10700/Stoj 2500]	30,00
24828	3872	Horizontka W160 [Spol. Lož 10700/Stoj 2500]	76,00
24832	3876	Horizontka W200T [Spol. Lož. 10400/ Stoj 4000]	222,00
24832	3877	Horizontka W200T [Spol. Lož. 10400/ Stoj 4000 (K)]	82,00
34843	3878	Horizontka W200T-CNC poloh. Stůl [Lož 10500/Stoj 383]	105,00
24832	3879	Horizontka W200T [Spol. Lož. 12000/ Stoj 4000 (K)]	12,00
14832	4047	Horizontka W200C [Lož 4150 (4800)/Stoj 3150]	180,00
14832	4048	Horizontka W200C [Lož 4150 (4800)/Stoj 3150]	976,00
14163	4156	Hrotový soustruh SIU250 [D2000/L15000]	188,00
34253	4159	Karusel DZ32-CNC [D4000/L2000]	636,00
24241	4161	Karusel SK50-A [D5000/L3500 (K)]	4 804,00
34163	4167	Hrotový soustruh SPK250-CNC [D1990/L12000]	981,00
34169	4193	Hrotový soustruh DL180-CNC [D3300/L18000 (K)]	412,00
4864	4214	BT-vrtací stroj [otvor max.550/D1250/24000 (K)]	112,00
34167	4410	Hrotový soustruh SIU315-CNC [D2650/L15000]	420,00
34255	4514	Karusel SKD50-CNC [D5000/L3800]	2 376,00



<b>Pracoviště</b>	<b>Inventární č. stroje</b>	<b>POPIS STROJE A PRACOVÍŠTĚ</b>	<b>OH [hod.]</b>
34845	4517	Horizontka WT200GNR-CNC poloh. Stůl [Lož 17740/Stoj 5000]	120,00
34162	4550	Hrotový soustruh SUT200-CNC [D1880/L8000 (K)]	140,00
34844	4587	Horizontka WT200H-CNC bez stolu [Lož 17740/Stoj 5100]	504,00
35292	4644	Portálka S22-10GM500NC [5500/16000/z5500]	7 566,00
24835	5222	Horizontka W250HC [Lož 10000/Stoj 4000]	9,00
34279	5242	Hrotový soustruh S400-CNC [D4200/L16500 (K)]	8 397,00
14828	5351	Horizontka WD160 [Lož 3150/Stoj 2500]	59,00
34832	5354	Horizontka W200HC-NC [Lož 17000/Stoj 4000]	195,00
44164	5364	Hrotový soustruh S2500-CNC [D2000/L25000 (K)]	246,00
34162	5366	Hrotový soustruh S2100-CNC [D2100/L8000 (K)]	180,00
5967	5373	Pásová pila HBP1800 Gantry [1600x1600 (K)]	114,00
9421	99421	Práce zámečnické	4 164,66
9424	99424	Práce zámečnické	4 951,98
9412	09412	Rýsovací deska-rýsovači	3 167,90
9672	09672	Natěrači	504,00
12727	12727	TRAFO	2475,00
12753	12753	WIG-ARGON	815,00
12931	12931	Ruční plynový ohřev	792,00
32743	32743	Automat MESSER	993,00
59521	59521	Natahování ZH (K)	12,60

Tab. 13 Seznam strojů pro zpracování simulovaných zakázek a OH.

## 4 METODICKÝ PŘÍSTUP PLÁNOVÁNÍ KAPACIT

Výrobní kapacita vyjadřuje počet jednotek určitého produktu, který lze vyrobit za určité období na jednoznačně vymezeném zařízení a při jednoznačně vymezených podmínkách. Plánování kapacit je nezbytné zejména u výroby a konstrukce na zakázku a dávkové výroby, tzn. u procesů, kde jsou poptávka a následně i výrobní kapacity předem jen obtížně odhadnutelné. Při malosériové a kusové výrobě vzniká částečně nebo kompletně znovu od fáze návrhu a stanovení technologie výroby. To znamená objednávání materiálu podle nového návrhu a zaplánování nových technologických postupů s novými kapacitními požadavky. S tím souvisí delší dodací lhůty, obtížnější odhad nákladů, kde se využívá podobnosti s již realizovanými výrobky a menší přesnost při srovnávání se s konkurencí.

Výsledkem kapacitního propočtu je stanovení:

- Počet pracovníků - strojní, ruční, pomocní, technici, administrativa,
- Počet a druh strojů (výrobní, pomocné),
- Počet a druh technologických a pracovních míst,
- Velikost ploch (výrobní, pomocné, sociálně-správní),
- Potřeby energií, objem surovin, pomocných materiálů a odpadů.

Podle charakteru zadání projektové úlohy a podle množství získání informací o výrobě, můžeme kapacitní propočty zařadit:

- a) Podle známého výrobního programu,
- b) Podle převedeného výrobního programu,
- c) Přibližný propočet z ukazatelů přímých nebo nepřímých. [11]

### **Odpočet hrubých kapacit**

- a) Plánovaná kapacita - plánovaná kapacita jednotlivých pracovišť na kus v časovém rozložení dle sledu a trvání operací, násobená plánovaným počtem vyráběných kusů. Rozlišovací detail v hrubém kapacitním plánu je měsíc.
- b) Realizovaná kapacita - plánovaná kapacita jednotlivých pracovišť na kus v časovém rozložení dle sledu a trvání operací, násobená plánovaným počtem vyráběných kusů. [2]

## 4.1 Rozbor plánovaného fondu pracovní doby

Prognózovanou absenci pro rok 2011 zpracoval 430-Personální úsek.

### 1) Technická disponibilní kapacita (TDK)

Vyjadřuje technické možnosti stroje s ohledem na plánovanou poruchovost, plánované odstávky a preventivní údržbu.

$$TDK = OH \text{ za den} * (\text{počet dnů v roce/měsíci} - \text{plánované odstávky}) * (100\% - \% \text{poruchovost} - \% \text{preventivní údržby})$$

Příklad výpočtu TDK pro rok 2011:

počet dnů v roce = 365

odpracované hodiny za den = 24 hodin

poruchovost = 5%

preventivní údržba = 1%

$$TDK = 24 \cdot 365 \cdot (1 - 0,05 - 0,01) \cong 8\,234 \text{ dní}$$

### 2) Použitelný fond pracovní doby (FPD)

Kalendářní fond očištěný o víkendy, svátky mimo sobot, nedělí a dovolených.

Příklad výpočtu FPD pro rok 2011:

FPD = kalendářní FPD - (Soboty+Neděle) - svátky - dovolená

počet sobot v roce = 53 dní

počet nedělí v roce = 52 dní

počet svátků s výjimkou sobot a nedělí = 7 dní

počet dnů dovolené = 25 dní

$$FPD = 365 - (53 + 52) - 7 - 25 = 228 \text{ dní}$$

### 3) Disponibilní fond pracovní doby (DFPD)

Fond pracovní doby jednoho pracovníka. Vychází z použitelného FPD.

Nemoci + úrazy = 7%

$t_{sm}$ ...počet hodin za směnu,  $t_{sm} = 7,5$  hodin

$DFPD = t_{sm} * FPD * (100\% - \%N+Ú - \% \text{ostatní absence} + \% \text{přesčasy})$

$$DFPD \text{ na 1 pracovníka} = 7,5 \cdot 228 \cdot (1 - 0,07 - 0,02 + 0,07) = 1\,675,8 \text{ hodin}$$

#### 4) Disponibilní pracovní kapacita (DPK)

Vyjadřuje dostupnou kapacitu v závislosti na lidské i strojní kapacitě.

##### a) DPK ruční

Kapacita ručních pracovišť, která je výlučně závislá na lidských zdrojích.

$DPK_R = DPFD \cdot \text{počet zaměstnanců na pracovišti}$

##### b) DPK strojní

Kapacita strojních pracovišť, která je do určité míry závislá na lidských zdrojích (důležitý je počet směn chodu stroje), dále je závislá na samotném stroji, plánovaných odstávkách a poruchovosti.

##### • 1-3 směny

$DPK_{S1-3} = [t_{sm} \cdot (100\% - \%poruchovost - \%prevent. \text{ údržba} - \%ostatní \text{ absence} - \%N+Ú + \%přesčasy)] \cdot (FPD \cdot \text{směny})$

$$DPK_{S1} = [7,5 \cdot (1 - 0,05 - 0,01 - 0,02 - 0,07 + 0,07)] \cdot (228 \cdot 1) = 1\,573,2 \text{ hodin}$$

$$DPK_{S2} = [7,5 \cdot (1 - 0,05 - 0,01 - 0,02 - 0,07 + 0,07)] \cdot (228 \cdot 2) = 3\,146,4 \text{ hodin}$$

$$DPK_{S3} = [7,5 \cdot (1 - 0,05 - 0,01 - 0,02 - 0,07 + 0,07)] \cdot (228 \cdot 3) = 4\,719,6 \text{ hodin}$$

##### • 4 směny

$DPK_{S4} = [t_{sm} \cdot (100\% - \%poruchovost - \%prevent. \text{ údržba} - \%ostatní \text{ absence} - \%N+Ú + \%přesčasy)] \cdot (\text{počet dnů v roce} - \text{dovolená}) \cdot 3 \text{ směny}$

$$DPK_{S4} = [7,5 \cdot (1 - 0,05 - 0,01 - 0,02 - 0,07 + 0,07)] \cdot (365 - 25) \cdot 3 = 7\,038 \text{ hodin}$$

## 4.2 Metodika řízení výroby ve strojírenském podniku

Cílem řízení výroby je účelně uspořádat činitele výroby do výrobního systému vhodného pro realizaci výroby a ovlivňovat výrobu tak, aby byla úspěšná. Řízení výroby umožňuje sledování postupu výroby, až do úrovně jednotlivých výrobních operací. Zajišťuje zpětnou vazbu na plány výroby, resp. potřebu výrobních zdrojů.

Řízení výroby zahrnuje:

- Zadání naplánovaných úkolů do výroby (předání výrobních příkazů a průvodní dokumentace).
- Řízení importu materiálu, náradí, přípravků a pomůcek pro výrobu.
- Koordinaci operací výrobních, kontrolních, manipulačních a údržbářských.
- Evidenci průběhu výroby atd.

Klíčovým bodem pro řízení výroby je nutnost naplňování informačního systému pravdivými informacemi a daty v reálném čase tak, aby bylo možné v každé fázi výroby získat správné a pravdivé údaje. To může vést k uspokojení interních požadavků v rámci plánování výroby a jejího správného toku, k naplnění externích požadavků v rámci informovanosti od subdodavatelů materiálů a nakupovaných výrobků a ke spokojenosti zákazníků. [5]

### 4.2.1 Operativní řízení výroby

Řízení aktuální rozpracované výroby.

Úkoly operativního řízení výroby:

- Zobrazuje uvolněné výrobní příkazy a jejich operace rozložené v čase,
- Zobrazuje stav rozpracování výrobních příkazů,
- Kontroluje dostupné kapacity a přeplánování výroby v čase (automaticky),
- Zvážení omezení materiálových a kapacitních zdrojů.

Operativní řízení výroby se zabývá každodenní provozní problematikou výroby, která je vyjádřena pomocí operativního plánu výroby. Zahrnuje sledování plánovaných dodávek, vyhodnocování výrobních operací, operativní evidenci výroby, regulování absence a přesčasů dělníků, řešení poruch výrobních zařízení atd. Operativní údaje o výrobě se zadávají do modulů a tzv. plánovacích tabulí. [5]

### **4.3 Metodika plánování výroby ve strojírenském podniku**

Plánování výroby poskytuje podporu pro zpracování střednědobých a operativních plánů výroby, umožňuje přípravu výrobní dokumentace. Každý plánovaný proces je rozdělen na podprocesy, u kterých je vhodné sledovat klíčové termíny. Pokud zachytíme skluz u prvních operací, je možné přijmout okamžitá opatření, která mohou zachránit celkový dodací termín. Pomocí automatizace porovnáváme plánované a skutečné termíny.

Výsledkem plánovací činnosti je plán výroby, který je nástrojem řízení výroby. Účel plánovací činnosti ve výrobním podniku spočívá v potřebě promyslet zabezpečení budoucí výroby z hlediska věcného obsahu objednávek zákazníků, přípravy výroby a zajištění výroby výrobními činiteli. Účelné se jeví namodelovat (nasimulovat) budoucí rozhodnutí tak, aby byla před skutečnou realizací rozhodnutí a konkrétní výroby, získána jistá záruka úspěšnosti výroby.

Plán výroby se zpracovává na určitý časový horizont = plánovací období. Plánovací činnost se provádí cyklicky, v konstantně dlouhých časových cyklech = aktualizací období. Aktualizační období je časový úsek, na který se zpracovává plán v návaznosti na datum konce období pokrytého stávajícím plánem. [5]

#### 4.3.1 Mechanismus tvorby plánu výroby – heuristická metoda

Východiskem je plán odbytu (plán odváděné výroby) na určité aktualizací období, který vzniká na pracovišti odbytu. Plán odbytu je výsledkem poptávkového a nabídkového řízení. Na základě plánu odbytu, znalosti průběžné doby přípravy výroby a průběžné doby výroby jednotlivých výrobků, se zpracuje návrh lhůtového plánu výroby. V prvním návrhu lhůtového plánu výroby jsou určeny termíny zahájení a termíny ukončení prací na jednotlivých zakázkách. V následující etapě plánovací činnosti se provede kapacitní propočet.

Kapacitní propočet vychází ze známého rozložení kapacitních nároků (náběhové křivky) na určitá technologická pracoviště - výrobní zdroje u jednotlivých zakázek. Porovnání vyčíslených kapacitních nároků zakázek s velikostí disponibilních výrobních zdrojů v daném plánovacím období ukáže soulad či nesoulad kapacitních nároků s kapacitními možnostmi. V případě nesouladu je nutné se vrátit k lhůtovému plánu výroby a provést v něm korekce termínů zahájení výrobních úkolů = kapacitní prověřování lhůtového plánu výroby (kapacitní bilancování). Pro řešení problému plánování výroby lze použít metody operační analýzy → síťová a zdrojová analýza. Nalezené řešení lhůtového plánu výroby s kapacitní bilancí tvoří základ plánu výroby = operativní plán výroby.



Obr. 15 Schematické znázornění mechanismu tvorby operativního plánu výroby. [5]

#### **4.3.2 Plánovací a aktualizací období**

Délka plánovacího období se rovná několikanásobku délky aktualizacího období. Délku plánovacího období a délku aktualizacího období volí výrobní podnik v závislosti na typu výroby, průběžné době přípravy výroby, průběžné době výroby výrobků, dodací lhůty materiálů a nakupovaných dílů.

Plánovací a aktualizací období ve VHM:

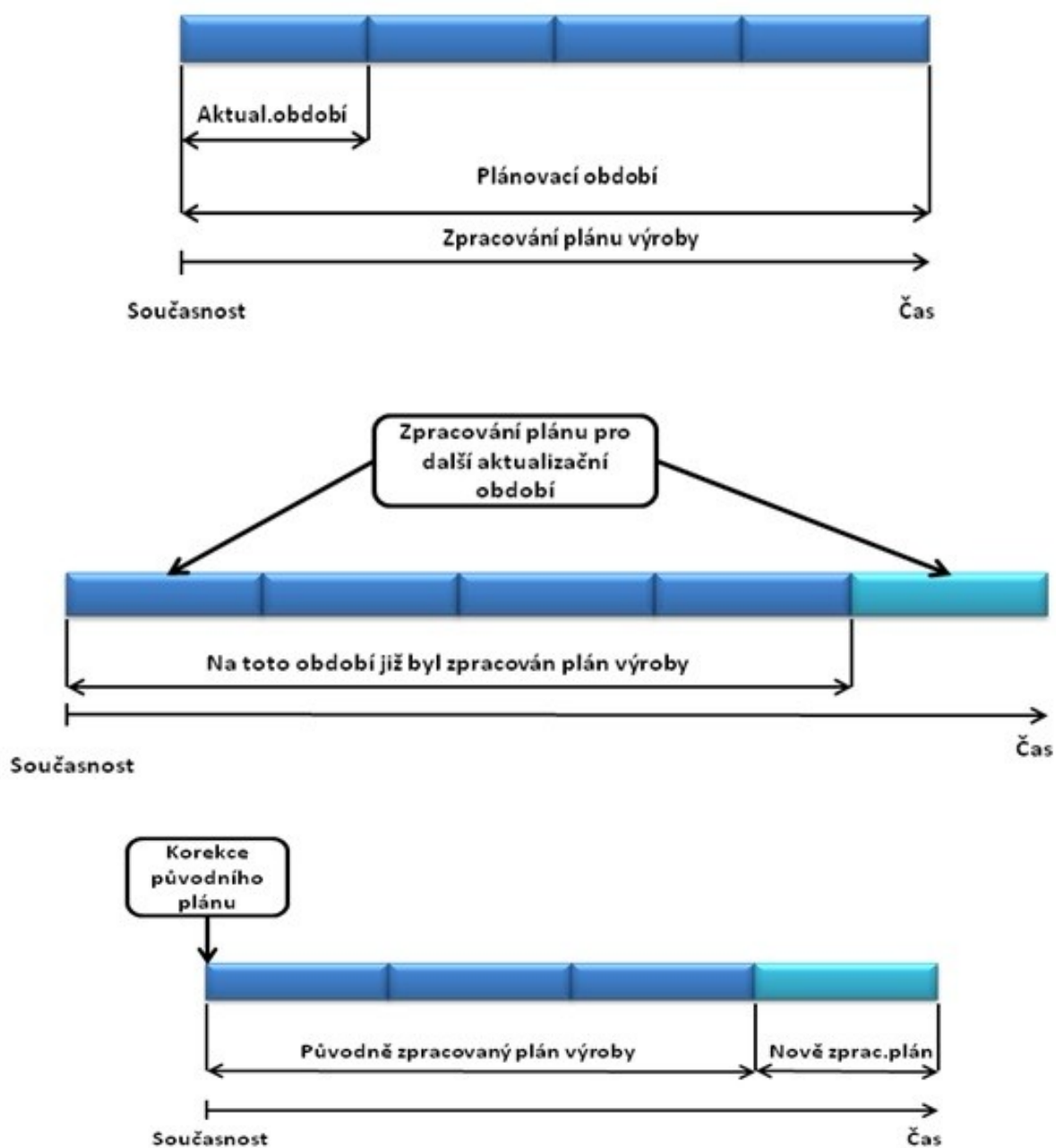
- Délka plánovacího období 1 rok → délka aktualizacího období čtvrtletí.
- Délka plánovacího období 6 měsíců → délka aktualizacího období 1 měsíc.
- Délka plánovacího období čtvrtletí → délka aktualizacího období 14 dnů. [5]

#### **4.3.3 Plánovací činnost – klouzavé plánování**

V počátečním období se zpracuje plán výroby na zvolenou délku plánovacího období. Plán je hotov k jistému datu. Od tohoto data směrem do budoucnosti se objevují nové zakázky a odchylky ve stavech výrobních činitelů, již rozpracovaných zakázek.

Současně se pracuje na zpřesnění stávajícího plánu. Plánovací činnost je trvalá aktualizace stávajícího plánu. Aktualizace je pravidelná a projevuje se cyklicky v časových bodech, vzdálených od sebe o délku aktualizacího období, ve kterých je předložen nový plán. Nový plán je zpracován na časové období o délce aktualizacího období. Tím je znovu pokryto plánem období o celkové délce rovné plánovacímu období a současně i zpřesnění stávajícího plánu. [5]





Obr. 16 Schematické znázornění plánu a plánovací činnosti ve třech časových bodech. [5]

#### 4.4 Kapacitní model vytížení strojů

Pracoviště/ÚNS	Inventární č. stroje	Kód pracoviště	OH po přijetí uvaž. zakázky	OH-simulační model
14242/13	225	K	4 536,00	9 559,00
24158/12	1576	S	5 016,50	5 016,50
44164/13	1802	S	5 683,52	5 845,52
14167/13	1941	S	2 407,49	3 205,99
04884/13	2144	SVr	1 518,25	2 782,25
14241/12	2166	K	6 004,00	6 852,50
14241/12	2234	K	2 275,60	2 429,10
14234/11	2914	K	3 119,07	3 141,07
44828/13	3089	F	55,00	145,00
14835/13	3168	F	1 109,00	3 759,00
14835/13	3169	F	4 529,25	6 244,25
24169/12	3516	S	3 273,50	4 073,50
14167/13	3561	Skl	2 624,49	2 664,49
14234/11	3822	K	3 089,02	3 129,02
24828/13	3871	F	2 453,64	2 476,14
24828/13	3872	F	1 697,62	1 745,62
24832/12	3876	F	3 051,20	3 226,20
24832/12	3877	F	3 278,90	3 325,40
34843/12	3878	F	4 384,26	4 436,76
24832/12	3879	F	5 917,40	5 923,40
14832/13	4047	F	4 204,34	4 354,34
14832/13	4048	F	3 486,95	3 974,95
14163/13	4156	S	2 287,02	2 428,02
34253/12	4159	K	3 856,78	4 110,28
24241/12	4161	K	6 189,00	8 730,50
34163/12	4167	S	6 335,00	6 807,50
34169/13	4193	S	5 933,50	6 139,50
04864/11	4214	SVr	2 240,60	2 324,60
34846/13	4365	F	4 101,75	4 451,75
34167/13	4410	S	5 491,50	6 987,50

Pracoviště/ÚNS	Inventární č. stroje	Kód pracoviště	OH po přijetí UZ	OH-simulační model
34255/13	4514	K	4 907,59	8 592,59
34845/13	4517	F	3 674,50	3 674,50
34162/12	4550	S	5 042,50	5 117,50
34844/13	4587	F	5 412,01	5 832,01
35292/13	4644	F	7 348,50	13 653,50
24835/12	5222	F	4 040,40	4 044,90
34179/13	5242	S	3 544,50	10 542,00
14828/13	5351	F	1 108,35	1 137,85
34832/12	5354	F	5 012,50	5 087,50
44164/13	5364	S	2 354,50	2 559,50
34162/12	5366	S	147,60	297,60
05967/11	5373	ost	2 231,55	2 317,05
09412/14	9412	ost	27 491,76	29 713,86
59521/14	59521	Z	7 630,20	7 636,50
09421/14	99421	Z	28 872,72	31 458,44

Tab. 14 Kapacitní model vytížení strojů.

Kapacitní model vytížení strojů je určen na základě vybrané strojní základny pro výpočet odvedených hodin (viz. příloha č. 1), která vychází z odvedených hodin na jednotlivých obráběcích strojích za rok 2010, z nichž byly vyjmuty veškeré komponenty pro vodní a jadernou energetiku + rotory.

#### 4.5 Kapacitní model vytížení strojů-procentuální vyjádření

Pracoviště/ÚNS	Inventární č. stroje	Vytížení strojů-UZ	Vytížení strojů-SZ	Nárůst vytížení strojů SZ/UZ
14242/13	225	64,5%	135,8%	71,4%
24158/12	1576	71,3%	71,3%	0,0%
44164/13	1802	80,8%	83,1%	2,3%
14167/13	1941	34,2%	45,6%	11,3%
04884/13	2144	21,6%	39,5%	18,0%
14241/12	2166	85,3%	97,4%	12,1%
14241/12	2234	32,3%	34,5%	2,2%
14234/11	2914	44,3%	44,6%	0,3%
44828/13	3089	0,8%	2,1%	1,3%
14835/13	3168	15,8%	53,4%	37,7%
14835/13	3169	64,4%	88,7%	24,4%
24169/12	3516	46,5%	57,9%	11,4%
14167/13	3561	37,3%	37,9%	0,6%
14234/11	3822	43,9%	44,5%	0,6%
24828/13	3871	34,9%	35,2%	0,3%
24828/13	3872	24,1%	24,8%	0,7%
24832/12	3876	43,4%	45,8%	2,5%
24832/12	3877	46,6%	47,2%	0,7%
34843/12	3878	62,3%	63,0%	0,7%
24832/12	3879	84,1%	84,2%	0,1%
14832/13	4047	59,7%	61,9%	2,1%
14832/13	4048	49,5%	56,5%	6,9%
14163/13	4156	32,5%	34,5%	2,0%
34253/12	4159	54,8%	58,4%	3,6%
24241/12	4161	87,9%	124,0%	36,1%
34163/12	4167	90,0%	96,7%	6,7%
34169/13	4193	84,3%	87,2%	2,9%
04864/11	4214	31,8%	33,0%	1,2%
34846/13	4365	58,3%	63,3%	5,0%
34167/13	4410	78,0%	99,3%	21,3%

Pracoviště/ÚNS	Inventární č. stroje	Vytížení strojů-UZ	Vytížení strojů-SZ	Nárůst vytížení strojů SZ/UZ
34255/13	4514	69,7%	122,1%	52,4%
34845/13	4517	52,2%	52,2%	0,0%
34162/12	4550	71,6%	72,7%	1,1%
34844/13	4587	76,9%	82,9%	6,0%
35292/13	4644	104,4%	194,0%	89,6%
24835/12	5222	57,4%	57,5%	0,1%
34179/13	5242	50,4%	149,8%	99,4%
14828/13	5351	15,7%	16,2%	0,4%
34832/12	5354	71,2%	72,3%	1,1%
44164/13	5364	33,5%	36,4%	2,9%
34162/12	5366	2,1%	4,2%	2,1%
05967/11	5373	31,7%	32,9%	1,2%
09412/14	9412	-	-	-
59521/14	59521	-	-	-
09421/14	99421	-	-	-

Tab. 15 Kapacitní model vytížení strojů-procentuální vyjádření.

## 4.6 Vyhodnocení

### Uvažované zakázky

U UZ dojde ke kapacitnímu přetížení stroje:

Portálka S22-10GM500 NC [5500/16000/z5500], inventární č. stroje 4644. Počítáme s optimálními podmínkami při výrobě a maximálním využitím stroje → 7038 hodin/rok. Při přijmutí zakázky by došlo k překročení kapacity stroje o 4,4% = 310,5 hodin.

### Simulovaná zakázka (definovaný počet kusů)

U SZ dojde ke kapacitnímu přetížení stroje:

- Karusel WZK 601 [D6000/L4000], inventární č. stroje 225. Počítáme s optimálními podmínkami při výrobě a maximálním využitím stroje → 7038 hodin/rok. Při přijmutí zakázky by došlo k překročení kapacity stroje o 35,8% = 2521 hodin.

- b) Karusel SK50-A [D5000/L3500 (k)], inventární č. stroje 4164. Počítáme s optimálními podmínkami při výrobě a maximálním využitím stroje → 7038 hodin/rok. Při přijmutí zakázky by došlo k překročení kapacity stroje o 24% = 1692,5 hodin.
- c) Karusel SKD50 - CNC [D5000/L3800], inventární č. stroje 4514. Počítáme s optimálními podmínkami při výrobě a maximálním využitím stroje → 7038 hodin/rok. Při přijmutí zakázky by došlo k překročení kapacity stroje o 22,1% = 1554,59 hodin.
- d) Portálka S22-10GM500 NC [5500/16000/z5500], inventární č. stroje 4644. Počítáme s optimálními podmínkami při výrobě a maximálním využitím stroje → 7038 hodin/rok. Při přijmutí zakázky by došlo k překročení kapacity stroje o 94% = 6615,5 hodin.
- e) Hrotový soustruh S400 - CNC [D4200/L16500 (k)], inventární č. stroje 5242. Počítáme s optimálními podmínkami při výrobě a maximálním využitím stroje → 7038 hodin/rok. Při přijmutí zakázky by došlo k překročení kapacity stroje o 49,8% = 3504 hodin.

Jako příklad jsou uvedeny nejvytíženější stroje v roce 2008-2010 (viz. Příloha č. 2, č. 3, č. 4).

## 5 CELKOVÉ ZHODNOCENÍ

Z analýzy výrobního sortimentu z let 2008-2010 je zřejmé, že došlo k poklesu produkce výroby na NS 370, v roce 2009 o 24,5% oproti roku 2008. V roce 2010 došlo k poklesu výroby o 19% oproti roku 2009. Celkový pokles produkce od ekonomické krize v roce 2008 tedy činil 39%. Největší propad se projevil u zalomených hřídelí, kdy v roce 2008 tvořil tento obor 64,8% z celkového výrobního sortimentu, v roce 2010 to bylo pouze 29,7%. Naopak největší nárůst v podílu výroby zaznamenal obor 163b-opracované výkovky. Podíl ve výrobě se zvýšil z 8,1% v roce 2008 na 23,1% v roce 2010, s dále se zvyšující tendencí. Z tohoto důvodu byly vybrány zakázky vztahující se k oboru 163b, se zaměřením na energetický průmysl.

S detailní analýzy u oboru 163b lze vysledovat meziroční nárůst odvedených hodin. Objevily se nové obory - komponenty pro jadernou a vodní energetiku, rotory a kladky. Na druhé straně došlo k útlumu a následné stagnaci ve výrobě hřídelí pro větrné elektrárny v roce 2010. Vzhledem k současné situaci na trhu lze i nadále předpokládat stagnaci v oblasti komponent pro lodní dopravu (zejména zalomené hřídele) a naopak rozmach v oblasti komponentů pro energetiku, zejména jadernou a vodní.

Diplomová práce je směřována ke kapacitnímu vytížení obráběcích strojů na NS 370. Byl vytvořen model simulovaných zakázek, který vychází z reálně uvažovaných zakázek. Ze simulace je zřejmé, že po přijetí nadefinovaného počtu zakázek v oblasti energetiky bude velký kapacitní tlak zejména na větší karusely ( $> 5m$ ), ale také na portálovou frézku a NC soustruh velkých rozměrů.

## 5.1 Návrh řešení

Kapacitní přetlak portálové frézky inventární č. stroje 4644, je možné technologicky odlehčit částečným přesunutím vybraných operací na velké NC frézky (průměr vřetene 200-250 mm).

Přetlak na hrotovém soustruhu S400 (CNC) inventární č. stroje 5242 je řešitelný výpomocí stroje s podobnými parametry (hrotový soustruh SIU inventární č. stroje 3516). Muselo by ovšem dojít k vyřešení a vypracování technologie opracování jednotlivých výrobků (přípravky k upnutí, úpravy stroje) tak, aby byla náhrada realizovatelná a plnohodnotná.

S ohledem na požadované kapacity pro karusely, přichází k zvážení investiční akce na zakoupení karuselu s NC řízením, nad 5 m točného průměru. Cena nového karuselu tohoto typu se pohybuje zhruba kolem 100 mil. Kč. Řešením by byla i kooperace, ovšem větší průměry jsou obtížně kooperovatelné (nejbližší možný kooperant se nachází v Přerově). Nicméně, jednak z hlediska manipulace a přeprav, a v neposlední řadě i ze strategického hlediska není kooperace těchto oborů příliš vhodná, spíše jen při řešení špičkových kapacitních přetlaků.

Překlopením sortimentu do oblasti energetického průmyslu se mimo jiné rovněž zvyšují nároky na kvalitu a přesnost opracování, v neposlední řadě je kladen velký důraz na maximální zdokumentování celého procesu včetně řízení změn. Je jasné, že trend obnovy a rekonstrukce technologického parku nastavený v minulých letech musí pokračovat a je nezbytně nutné nadále investovat do změny řízení (klasické stroje → NC stroje). Je také nasnadě důležitost využívání nových moderních technologií při opracování, které budou generovat potřebné úspory nákladů a zvyšovat ziskovost přijatých zakázek.



## 6 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] LOFFELMANN, J.: *Plánování podle typu výroby* [online]. c2011, [cit. 2010-05-09]. Dostupné z: <<http://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/planovani-podle-typu-vyroby.htm>>.
- [2] MOLEK, V.: *Informační technologie ve strojírenství-plánování kusové výroby*. 3.11.2008, [cit. 2010-05-09].
- [3] *Předmět: Logistika výroby*. 2.12.2007, [cit. 2010-05-01].
- [4] ŽŮRKOVÁ, Hana. *Plánování a kontrola klíč k úspěchu*. 1. vydání Praha: GRADA Publishing, a.s., 2007. 136s. ISBN 978-80-247-1844-6.
- [5] HORVÁTH, G.: *Metodika řízení výroby-přílohy k přednáškám*. 6.4.2006, [cit. 2010-05-01].
- [6] DUŠÁKOVÁ, A., MANLIG, F., VAVRUŠKA, J.: *Podpora rozvrhování výroby pomocí počítačové simulace* [online]. c2008, [cit. 2010-05-10]. Dostupné z: <[http://stare.kvs.tul.cz/cz/aktivity/centrum\\_simulace/materialy/pocitacova%20simulace%20rozvrhovani%20vyroby/08\\_usti\\_ictki.pdf](http://stare.kvs.tul.cz/cz/aktivity/centrum_simulace/materialy/pocitacova%20simulace%20rozvrhovani%20vyroby/08_usti_ictki.pdf)>.
- [7] HANUŠ, P.: *ERP systémy v řízení výroby* [online]. 9.9.2010, [cit. 2010-05-04]. Dostupné z: <<http://www.erpforum.cz/erp-trendy/erp-systemy-v-rizeni-vyroby.html>>.
- [8] LOFFELMANN, J.: *Trendy a nové metody v oblasti plánování a řízení výroby* [online]. c2001, [cit. 2010-05-03]. Dostupné z: <<http://www.systemonline.cz/clanky/trendy-a-nove-metody-v-oblasti-planovani-a-rizeni-vyroby.htm>>.

[9] *Výrobní kapacita* [online]. [cit. 2010-05-08]. Dostupné z:

<[http://www.google.cz/url?sa=t&source=web&cd=3&sqi=2&ved=0CCwQFjAC&url=http%3A%2F%2Fpodfuck.net%2Fdokumenty%2Fstazeni\\_souboru%2F1964%2FRV1P\\_vyrobní\\_kapacita.ppt&rct=j&q=v%C3%BDrobn%C3%AD%20kapacita&ei=Ey7JTZeKDdDHtAbu3N2QAw&usg=AFQjCNGWfTnNETWxoqJFYKDHYJOS4bweWg&cad=rja](http://www.google.cz/url?sa=t&source=web&cd=3&sqi=2&ved=0CCwQFjAC&url=http%3A%2F%2Fpodfuck.net%2Fdokumenty%2Fstazeni_souboru%2F1964%2FRV1P_vyrobní_kapacita.ppt&rct=j&q=v%C3%BDrobn%C3%AD%20kapacita&ei=Ey7JTZeKDdDHtAbu3N2QAw&usg=AFQjCNGWfTnNETWxoqJFYKDHYJOS4bweWg&cad=rja)>

[10] GAVELČÍK.: *Technické a výrobní možnosti VHM a.s.* 10.11.2009, [cit. 2010-05-10].

[11] SKALÍK, P.: *Kapacitní propočty, přednášky*, VŠB-TU Ostrava, 2009/2010.

[12] SVĚTLÍK, J. Energetika je tahounem českého exportu. *Vítkovické noviny: příloha*, duben 2011, roč. 4, č. 4, s. A-C. Dostupné z:

<<http://vitkovice.cz/default/file/download/id/9589/inline/1>>.

## **7 PŘÍLOHY**

**Příloha č. 1** - Strojní základna pro výpočet celkových hodin v energetice.

**Příloha č. 2** - Nejvytíženější stroje (rok 2008).

**Příloha č. 3** - Nejvytíženější stroje (rok 2009).

**Příloha č. 4** - Nejvytíženější stroje (rok 2010).

**Příloha č. 5** - Plánování v IS Oracle – schéma MRP II.